

A **fib** MAGYAR TAGOZAT LAPJA

VASBETONÉPÍTÉS

CONCRETE STRUCTURES

JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF **fib**



fib Symposium

2007. 05. 20-23, Dubrovnik
www.igh.hr/fib-dubrovnik-2007



Képes József – Novák László –
Polgár László

**Előregyártott vasbeton
szerkezetek
Magyarországon**

2

Fehérvári Sándor

**Az alagúttüzek
természetéről**

13

**2006. évi
Palotás László-díjak
átadása**

18

Dr. Ujhelyi János

Palotás László-díjat kapott

19

Prof. Zvonimir Marić

Palotás László-díjat kapott

23

SZEMÉLYI HÍREK

Dr. Imre Lajos 70 éves

Dr. Kovács Károly 65 éves

27

SZABVÁNYOSÍTÁSI HÍREK

**Betonok gyártása,
vizsgálata, ellenőrzése és
tanúsítása**

29

fib bulletin 37:

**Precast concrete railway
track systems**

31

2007/1

IX. évfolyam, 1. szám

Főszerkesztő:

Dr. Balázs L. György

Szerkesztő:

Dr. Träger Herbert

Szerkesztőbizottság:

Beluzsár János

Dr. Bódi István

Csányi László

Dr. Csiki Béla

Dr. Erdélyi Attila

Dr. Farkas György

Kolozsi Gyula

Dr. Kovács Károly

Lakatos Ervin

Madaras Botond

Mátyássy László

Polgár László

Telekiné Királyföldi Antonia

Dr. Tóth László

Vörös József

Wellner Péter

Lektorai testület:

Dr. Deák György

Dr. Dulácska Endre

Dr. Jancsó József

Királyföldi Lajosné

Dr. Knébel Jenő

Dr. Lenkei Péter

Dr. Loykó Miklós

Dr. Madaras Gábor

Dr. Orosz Árpád

Dr. Szalai Kálmán

Dr. Tassi Géza

Dr. Tóth Ernő

(Kéziratok lektorálására más
kollégák is felkérést kaphatnak.)

Alapító: a *fib* Magyar Tagozata

Kiadó: a *fib* Magyar Tagozata

(*fib* = Nemzetközi Betonszövetség)

Szerkesztőség:

BME Építőanyagok és Mérnökgeológia
Tanszék

1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3.

Tel: 463 4068 Fax: 463 3450

E-mail: fib@eik.bme.hu

WEB <http://www.fib.bme.hu>

Az internet verzió technikai
szerkesztője: Bene László

Nyomdai előkészítés: RONÓ Bt.

Egy példány ára: 1218 Ft

Előfizetési díj egy évre: 4872 Ft

Megjelenik negyedévenként

1000 példányban.

© a *fib* Magyar Tagozata

ISSN 1419-6441

online ISSN: 1586-0361

Hirdetések:

Külső borító: 180 000 Ft+áfa

belső borító: 140 000 Ft+áfa

A hirdetések felvétele:

Tel.: 463-4068, Fax: 463-3450

Címlap:

A Porsche Budaörs raktár építése
előregyártott vasbeton elemekből

Fotó: Hürkecz Gábor (asa)

TARTALOMJEGYZÉK

2 Képes József – Novák László – Polgár László
**Előregyártott vasbeton szerkezetek
Magyarországon**

13 Fehérvári Sándor
Az alagúttüzek természetéről

18 **2006. évi Palotás László-díjal átadása**

19 **Dr. Ujhelyi János
Palotás László-díjat kapott**

23 **Prof. Zvonimir Marić
Palotás László-díjat kapott**

27 SZEMÉLYI HÍREK
**Dr. Imre Lajos 70 éves
Dr. Kovács Károly 65 éves**

29 SZABVÁNYOSÍTÁSI HÍREK
**Betonok gyártása, vizsgálata,
ellenőrzése és tanúsítása**

31 *fib* bulletin 37:
Precast concrete railway track systems

A folyóirat támogatói:

Vasúti Hidak Alapítvány, Swietelsky Építő Kft., DDC Kft., ÉMI Kht.,
Hídépítő Zrt., MÁV Zrt., MSC Mérnöki Tervező és Tanácsadó Kft.,
Lábatlani Vasbetonipari Zrt., Pont-Terv Zrt., Strabag Zrt., Uvaterv Zrt.,
Mélyépterv Komplex Mérnöki Zrt., Hidtechnika Kft., Betonmix Mérnökiroda Kft.,
BVM Épelem Kft., CAEC Kft., Pannon Freyssinet Kft., Stabil Plan Kft.,
Union Plan Kft., DCB Mérnöki Iroda Kft., BME Építőanyagok és Mérnökgeológia
Tanszéke, BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke

ELŐREGYÁRTOTT VASBETON SZERKEZETEK MAGYARORSZÁGON



Képes József – Novák László – Polgár László

Magyarországon mindig nagy hagyománya volt a vasbeton tartószerkezeti elemek üzemi előregyártásának. EU-esatlakozásunk tovább növelte az építési beruházások mennyiségét. Egyre rövidebb az egy-egy építési objektum megvalósításához rendelkezésre álló idő. Csökkent az építésre bevethető szakmunkás állomány. Az épületek funkciója egyre gyakrabban változik, emiatt előtérbe került a szerkezetek rugalmas igazodásának igénye a gyakran változó funkciókhoz. Ez magával hozta, hogy egyre nagyobb fesztávolságot kérnek az építetők, egyre nagyobb változó terhek figyelembe vételével. A megváltozott igényeket mutatja az elmúlt négy év áttekintése.

Kulcsszavak: előregyártás, feszített vasbeton tartók, tartószerkezet, csarnokok

1. RÖVID TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

A magyarországi beton és vasbeton elemek gyártása az 1970-es évek végén érte el tetőfokát. 1980-ra a házgárak elérték termelési kapacitásuk csúcsát. A tartószerkezeti elemek, homlokzati falpanelek, mélyépítési elemek gyártása is újabb és újabb mennyiségi csúcsokat jelentett. A 80-as évek elejétől folyamatosan csökkent a gyártott mennyiség, és 1992. körül volt a mélypont. Ez alatt a 12 év alatt az előregyártott elemek mennyisége mintegy negyedére, ötödére zsugorodott! Főleg a házgári lakások, a panelek miatt az előregyártás a szocialista rendszer egyik jelképévé vált, így a rendszerváltással együtt sokan az előregyártást is eltemették.

Az új idők első sikerei azok az objektumok voltak, melyeknél a külföldi beruházók acélszerkezetet képzeltek el, majd a versenyeztetés során kiderült, hogy Magyarországon az előregyártott vasbeton szerkezetek versenyképesebbek az acélszerkezeteknél. Ennek példái voltak:

1988-ban a Float üveggyár, Orosháza (amerikai építetű)

1990-ben a Suzuki autógyár, Esztergom (japán építetű).

Különösen a Metro áruházlánc megjelenése óta (1993. vége) szinte töretlen a fejlődés, évről évre növekedett az előregyártott vasbeton szerkezetek részaránya. Most csak az utóbbi évek jelentősebb épületvázairól, fejlődési tendenciáiról számolunk be.

A magyar beton és vasbeton szerkezetek gyártóit a Magyar Betonelemgyártó Szövetség képviseli (MABESZ, www.web-forum.com/mabesz), mely szövetségben a magyar előregyártó kapacitás mintegy 80%-ban képviselteti magát.

2. AZ UTÓBBI ÉVEK ELŐREGYÁRTOTT VASBETON TARTÓSZERKEZETEI

2.1 Csarnokjellegű vázak

A legmutatósebb előregyártott szerkezetek a csarnokvázak, amelyek a raktárak, termelő üzemek, áruházak jellegzetes

szerkezetei. Különösen a raktárak területén nagy a fejlődés, az elműt 5t évben évente mintegy 120 000 m² alapterűletű új raktár épűlt. A nagyobb (2000-3000 m² és nagyobb alapterűletű) raktárak szinte kizárólag vasbeton szerkezettel épűlnek. Tendencia az egyre nagyobb fesztávolságok és az egyre nagyobb belmagasságok iránti igény.

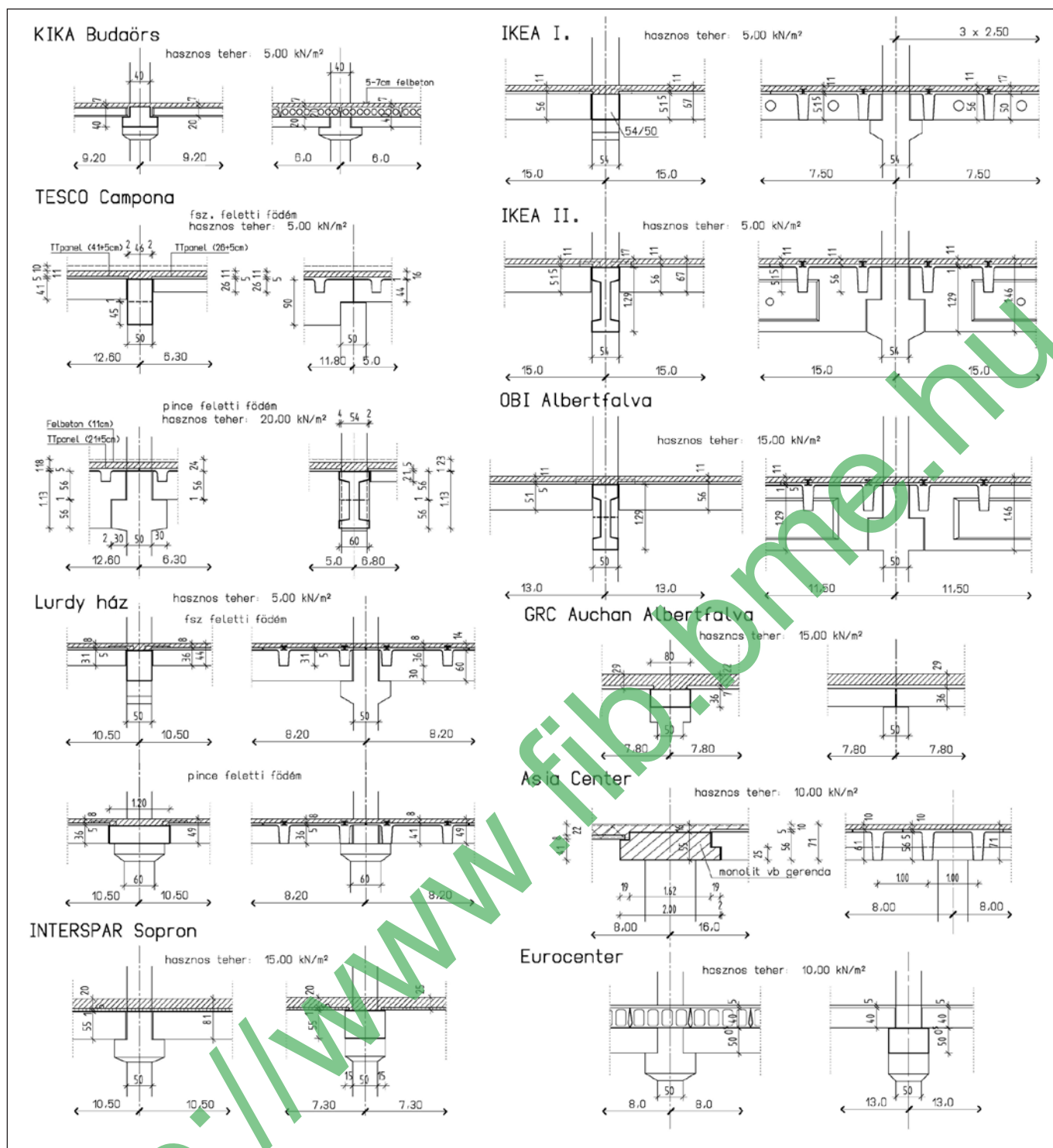
Fesztávolságok jelenleg Magyarországon előregyártott feszített vasbeton gerendákkal 34,00 m-ig terjednek. A belmagasságok 6,00-18,00 m között vannak, de néha ennél is nagyobb belmagasságokat kérnek az építetők. Egy pillérre eső földemterűlet 500 m²-ig terjed (lásd pl. Lidl-raktár 14×32 m azaz 448 m² egy pilléren).

2.1.1 Raktárak

Az elműt 16 évben mintegy 1 200 000 m² új raktár épűlt Magyarországon, így 2005 végén a rendszerváltás óta épűlt raktárterűlet majd kétszerese a korábban épűlt raktáraknak (1. ábra). A korábban épűlt raktárak közül már sokat lebontottak ez alatt a 15 év alatt, másrészt viszont megduplázódott 15 év alatt az összes raktárkapacitás.

Ezen modern raktárak nagy része 1995-2005. között épűlt, az utóbbi 5t évben már évente mintegy 100 000 m², előregyártott vasbeton vázszerkezettel. Az acélszerkezetű raktárak a kisebb, 1000-2000 m² kategóriában fordulnak gyakrabban elő. Ezekben a számokban nincsenek benne a gyártó vállalatok saját raktárjai (Audi, Bosch, Elektrolux stb.). A nagy raktárbázisokat (50 000-100 000 m², több raktárcsarnok egy telepen) az építetők sok esetben ingatlanpiaci befektetésként építetik bérbeadási céllal.

A magyar vasbeton előregyártás igen jól vizsgázott ezen a területen, miután különösen a 3000 m²-nél nagyobb alapterűletű raktárak szinte kivétel nélkül előregyártott vasbeton szerkezettel épűltek. Egyre nagyobbak a belmagasságok, a fesztávolságok. A gerendák, tetőszelemenek legtöbbször, 15 m felett szinte mindig feszített vasbeton tartók, T vagy I keresztmetszettel. Az egyes vázakra jellemző a tető és fióktartók tömegének 1 m²-re jutó része, mely jellemzően 120-150 kg/m² között változik. 1 kg vasbeton váz jellemző eladási ára beépítve, összeszerelve 2005-ben 500 EUR/m³ árral 0,2



1. ábra: Áruházi földemek

EUR/kg volt, azaz alatta az EU-ban ismert átlagáraknak. Ha figyelembe vesszük, hogy ezek a szerkezetek nagyon lekarcsúsítottak, magas betonacél és feszítő pázsztó hányaddal, indokolatlanok ezek az alacsony árak, melynek oka a még jelenleg is rendkívül alacsony munkabér az építőiparban. Ha egy csarnok teherhordó vasbeton váza 180 kg/m², akkor 0,2 EUR/kg esetén ez csak 36 EUR/m². Ugyanez acélszerkezettel mintegy 40 kg/m² × 1,6 EUR/kg = 64 EUR/m² lenne, így érthető, miért készülnek a raktárak Magyarországon előregyártott vasbeton szerkezettel. A következőkben a megépült szerkezetek közül bemutatunk néhányat.

2.1.2 Ipari termelő üzemek

Az ipari termelő üzemek beruházói, építetői a rendszerváltás óta szinte kizárólag a külföldi befektetők. Az elsők már a

rendszerváltás előtt érkeztek (Float üvegyár Orosháza, Suzuki Esztergom), majd sorra jöttek az ismert cégek, Philips, Audi, Bosch, Elektrolux, Samsung, Alpine, csak a nagyobbak felsorolása is igen hosszú lenne. Ezen cégek többségének már kialakult építési igényük volt, de közülük soknak más országokban jellemzően acélszerkezetű csarnokban volt az üzemük. Számukra némi meglepetés volt, hogy Magyarországon rendre a vasbeton vázak olcsóbbra adódtak. Ezeket a csarnokokat jól jellemzik a pillérállások:

| | | |
|---------------|-----------|-----------------------|
| Float üvegyár | 21×21 | 40 000 m ² |
| Suzuki | 12×18 | 60 000 m ² |
| Philips | 14,4×21,6 | 30 000 m ² |
| Audi | 20×20 | 70 000 m ² |
| Bosch | 12×24 | 80 000 m ² |
| ADA | 12,5×25 | 30 000 m ² |

| | | |
|--------|--------|-----------------------|
| Sanyo | 7,5×30 | 30 000 m ² |
| Asahi | 18×30 | 50 000 m ² |
| Ibiden | 12×20 | 60 000 m ² |

Már szinte unalmasaknak is tarthatnánk ezeket az épületeket, hiszen szinte mindig azonos konstrukciós elvek szerint készülnek:

- alul befogott, felül kilengő vasbeton pillérek
- feszített vasbeton kéttámaszú tetőfőtartók
- feszített vasbeton kéttámaszú tetőszelemenek
- a vasbeton szelemeneken acél trapézlemez héjalás, rajta ásványgyapot hőszigetelés, mechanikusan rögzített szigetelő fólia,
- homlokzatok: kazettás vagy panelos, de szinte kizárólag könnyű acél fém homlokzat, alul vasbeton szendvics lábazatokkal, fagykötényekkel.

A magyar betonelemgyártó üzemek sablonparkja, gyártástechnológiája meglehetősen egységes, igazodott ezekhez a szintén elég egységes igényekhez, az egyes üzemek gyártmányai alig térnek el egymástól. Ez sokszor nagyon kedvező: alkalmasint 2-3 üzem is szállít egyidejűleg egy-egy objektumhoz. Az egyik ilyen közös produktum szép példája volt a 2004-ben épített Asahi Tatabánya csarnok, ahol a 18x30 m pillérállású, 50 000 m² alapterületű csarnokot két üzem gyártmányaiból 3 hónap alatt építették fel az egymással kooperáló cégek (a csarnok ismertetését lásd később).

Ma a magyarországi ipari termelő üzemek termelésének 70 %-át már azok az üzemek adják, amelyeket a rendszerváltás után épített fel a magyar építőipar. Büszkéek lehetünk rá, hogy ezek tartószerkezeteinek döntő többségét a Magyar Betonelemgyártó Szövetség tagvállalatai építették fel, 1990. óta mintegy 800 000 m² gyártócsarnokot, előregyártott vasbeton vázszerkezettel.

2.1.3 Bevásárló központok, áruházak

A rendszerváltás után a Metro áruházlánc áruházaival 1994-ben kezdődött az az áruház építési hullám, amely még ma is tart. Kezdetben főképpen a nagyvárosok peremén épültek fel az egyszintes csarnokvázak ezen áruházakhoz (Metro, Tesco, Cora, Auchan, Praktiker, Obi, Brico-Store stb.). Ezek jellemző pillérállásai 10x20; 12x20; 18x24; 18x26 m, általában az idő haladtával egyre nagyobb fesztávolságokkal. Az épületvázak hasonlóak: alul befogott, felül kilengő összekapcsolt pillérek, előfeszített kéttámaszú gerendák, tetőszelemenek, alul szendvics vasbeton fagykötények, természetesen mind üzemből előregyártott vasbeton elemek. A rendkívül gyors építés meghatározó szempont. A tetőhéjalás bevonatolt acél trapézlemez ill. a homlokzatokon acél kazetta, üveggyapot, külső trapézlemez, vagy újabban egyre terjedőben acél szendvics panelek a tetőkön és a homlokzatokon.

1998-tól már egymás után épülnek a többszintes bevásárló központok, mint az Europark, Duna Plaza, Mamut, Árkád, Ázsia Center és hasonlóak. Ezeknél is jellemző az olyan építési technológiák keresése, amely építési technológiákkal nagy építési sebességek érhetők el, ami gyakorlatilag a minél nagyobb mennyiségben előregyártott szerkezeti elemek alkalmazását jelenti. Ezek a nagy bevásárló központok ugyanakkor azonban már építésszerűen sokkal igényesebb épületek, mint a városok peremén épült „bádog doboz” egyszintes áruházak. Az építésszerűen igényesebb épületekhez alkalmasint már nehezebb megtalálni a kedvező előregyártott szerkezeteket. Gyakori a vegyes, monolitikus és előregyártott szerkezeti elemek keveredése.

Ezen áruházakban az alsó szinten parkolókat alakítanak ki, sok esetben viszonylag sűrűbb pillérostásokkal, míg az eladó



2. ábra: Az Ibiden 2 csarnokváz



3. ábra: Az Ibiden 2 csarnokváz általános képe



4. ábra: Az Ibiden 2 csarnok közbelső földeme



5. ábra: Az Ibiden 2 csarnok közbelső földemének vasalása

terekben az emeleti szinteken már a nagyobb pillérosztások az általánosak. Néhány ezek közül:

| | |
|----------------|----------------|
| - Europark | 8,00×10,50 m |
| - Lurdy | 8,00×10,50 m |
| - Árkád | 10,00×16,00 m |
| - Ázsia Center | 8,00×16,00 m |
| - IKEA | 15,00×15,00 m. |

2.2 Ibiden gyártócsarnok, Dunavarsány

A 2004-2005. évek legnagyobb ipari termelő üzem beruházásai: a 2004-ben épült 26 000 m² és a 2005-ben épült 30 000 m² alapterületű csarnokok.

Az Ibidenről bővebben a <http://www.ibiden.co.jp/eng> oldalon talál anyagot az érdeklődő. A jellemzően 12,00 m x 20,00 m pillérállású csarnokok tetőtartói 12,00 m fesztávolsággal előfeszített I keresztmetszetű kéttámaszú tartók, melyeken a tetőszelemenek 6,00 m-enként fekszenek fel, párhuzamos övű T keresztmetszetű feszített vb. tartóként (2. és 3. ábra).

Különlegesebb műszaki teljesítmény a kétszintes rész közbelső födeme szintén 12,00 m×20,00 m pillérosztással. Itt a 20,00 m fesztávolságú 6,00 m-enként elhelyezett fióktartókon felülbordás feszített előregyártott födemelemek a monolitikus felbetonnal együtt képezik a födémeket, mely monolitikus vb lemez az előregyártott gerendák felső nyomott övét is képezi (4. és 5. ábra).

Az első csarnok avatása, üzembe helyezése 2005. nyarán



6. ábra: Az Ibiden 2 csarnokváz közbelső födémrel

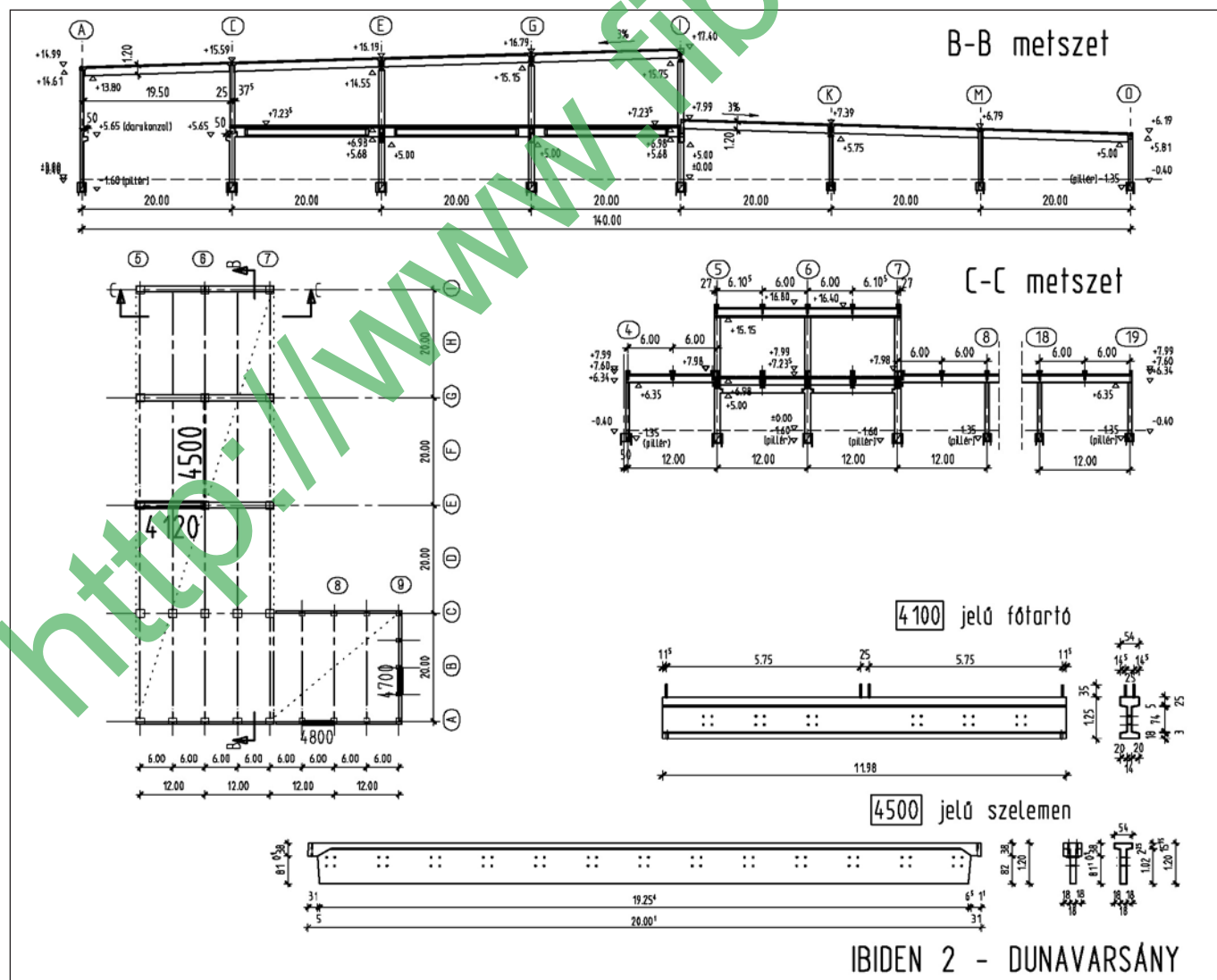
megtörtént, a második csarnokot 2006-ban helyezték üzembe, és már a harmadik, 17 000 m² alapterületű csarnok építésének előkészítése van folyamatban.

A 6. ábra mutatja az építés folyamatát valamint a 7. ábra a terveket.

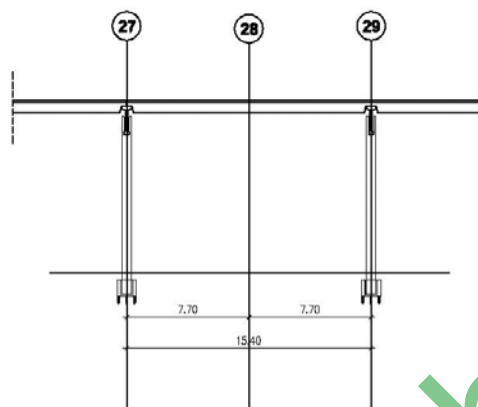
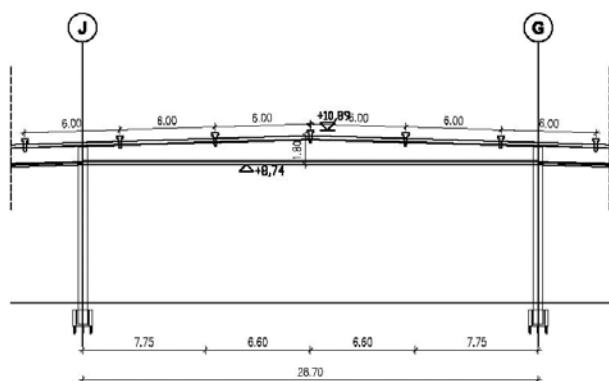
2.3 Lidl logisztikai központ, Hejőkürt

Újabb logisztikai központot épített a Lidl magyarországi leányvállalata. A több mint 40 000 m²-es logisztikai központ az M3-as új szakasza mellett, a hejőkúrti lehajtónál épült, segítve

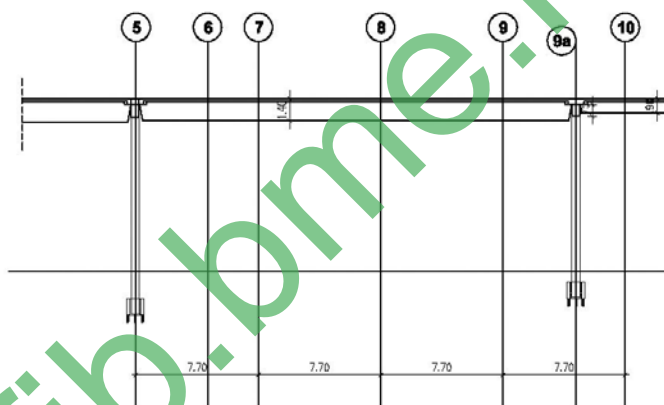
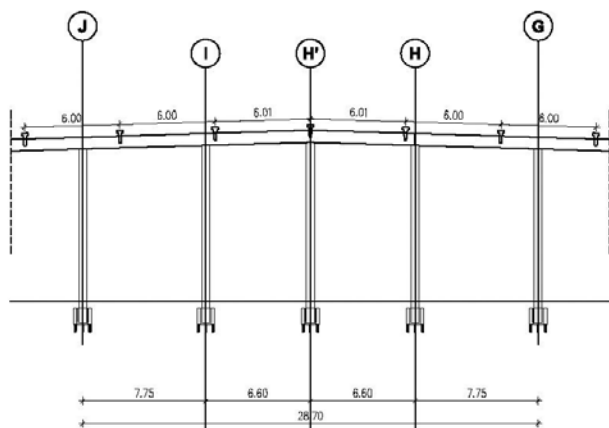
7. ábra: Az Ibiden 2 csarnok metszetei és elemtervei



Hosszúfőtartós kialakítás

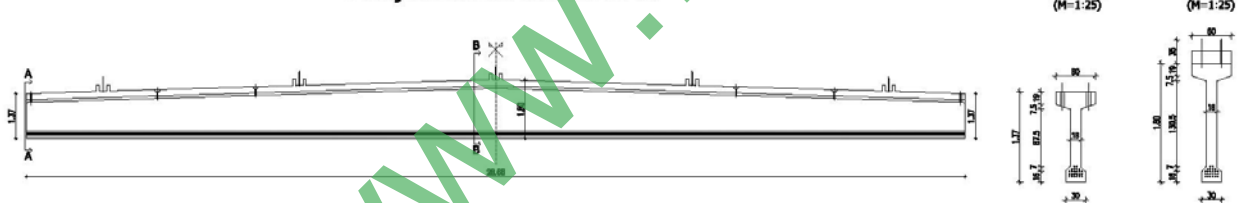


Rövidfőtartós kialakítás



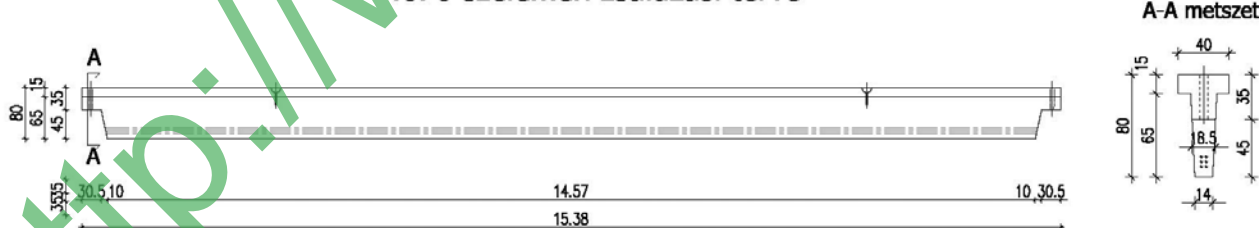
8. ábra: A Lidl-csarnok elrendezése

4100 jelű főtartó zsaluzási terve



9. ábra: A Lidl-csarnok főtartó kialakítása

4070 szelemen zsaluzási terve



10. ábra: A Lidl-csarnok szelemen kialakítása

ezzel az Észak-magyarországi munkanélküliség csökkentését, nem kis öröme a hejőkürti önkormányzatnak.

A generálkivitelezést a Gropius Rt. nyerte, amely — az utóbbi években egyre meghatározóbb szerepet betöltő generálkivitelező a piacon — már a második Lidl logisztikai központot építi a székesfehérvári után. Az épület alapozását és előregyártott vázszerkezetének kivitelezését a Strong és Mibet Építőelemgyár Kft. készítette a Gropius Rt. alvállalkozójaként.

Az előregyártott vasbeton váz kialakításánál nehézség volt, hogy a német megrendelő egy „pillérkiosztásra tervezett” technológiát épített Hejőkürtön. A Németországban már meg-

valósult csarnok előregyártott vázszerkezete Magyarországon gazdaságtalannak bizonyult, áttervezését csak a pillérváz megtartásával lehetett kieszközölni.

A vázszerkezet két részre bontható, raktárcsarnok és irodaépület. A raktárcsarnok — kivitelezés folyamán bővített befoglaló mérete 335×122 m, szerkezetiileg további két részre, egy rövidfőtartós hűtőtárolóra és egy hosszúfőtartós, öthajós raktárrészre oszlik (8. ábra). Az irodaépület kétszintes, 27×16 m-es alaprajzi méretű. A 7,70 m-es homlokzati és 15,40 m-es belső pillérosztású raktárrész kuriózuma a középső 28,70 m-es hajó főtartója volt. A kétirányban lejtő (1,80 m magas) tartó mértékadó nyomatéka 6 400 kNm.

Az építőipar és ezen belül a vasbeton előregyártó-ipar fejlődésére jellemző, hogy egyre több épületnél megfigyelhető a 30-32, esetleg 36 m-es fesztávolságú főtartó-kialakítás.

Pár évvel ezelőtt még a 24 m-es fesztávolságú főtartók gyártása jellemezte többségében az előregyártást, élmény- és ritkaságszámba ment egy-egy harminc méteres vagy ennél hosszabb elem gyártása. Mára az európai normák és technológiák bevezetésével, a betonkultúra és ezek mellett a cement és a vegyszerek fejlesztésével szinte természetes napi jelenség egy-egy 30 m-es terméket szállító autóval találkozni, amely valamelyik előregyártó emblémájával jelzi a tartó származási helyét.

A tervezők a megrendelői igényeknek megfelelően a minél nagyobb terek kialakítására törekszenek. A jelenlegi 15×29 m-es raszter már egy szimpla tetőszerkezetnek minősül a 18×30, a 20×24 és a 24×30 m-es kialakítások mellett (8. ábra).

A 360 db 15,4 m-es tetőtartót közel 2 hónap alatt kellett legyártani. Ezt a mennyiséget csak a termelékeny „TT panel keresztmetszettel” lehetett megvalósítani (10. ábra).

A betonacélok árának az elmúlt 2 évben történő ingadozása mindig nagy dilemmát jelentett a kivitelezőknek, hogy melyik keresztmetszet kialakítása a leggazdaságosabb.

A Lidl-csarnok esetében ez a kihasználás mondhatni optimális, hiszen a pillérek 60×60 m-es keresztmetszettel készültek és 11 m hosszúak, azonban a betonacél hányad mégsem több, mint 120-130 kg/m³.

Azt hisszük, hogy kijelenthetjük, hogy ez az épület az előregyártás klasszikus mintája. Sok egyforma elem, kevés átzsaluzás, kevés áttörés a tartókon, alacsony vashányad (11-14. ábrák).

2.4 Újabb bővítés az Audinál

Az elmúlt két évben már másodszor bővül az Audi. Alighogy az egyik beruházás a német Walter-Bau irányításával befejeződött, már itt is a következő projekt. Ennek a generál kivitelezését a Merkbau kapta meg és a Strong és Mibet – vagy 2006. jan. 2-től már új nevén a StrongRockla Építőelem és Környezet-technika Kft. mint a szerkezetgyártó alvállalkozó készítette a szerkezetet.

A korábban épült gyártócsarnokra (G-40) jellemző volt a túlméretezett szerkezet, hiszen a 120×100 és 100×80 cm keresztmetszettel készült pillérek közel 40 t súlyt képviseltek. (16. ábra)

A németek nem sajnálták a betont a szerkezetből, pedig a tender pályázat során – bizonyos kivitelezők statikai számításai és átdolgozása által – bebizonyosodott, hogy a keresztmetszetek jelentős csökkentés után is megfelelnek a magyar előírásoknak és a nemzetközi szabványnak.

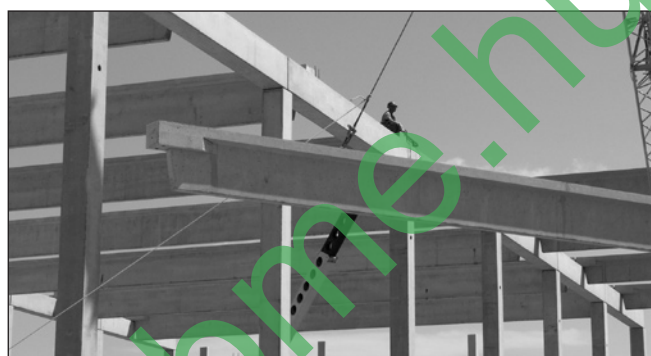
Azonban, mint kiderült, a pályázati stádiumban a statikai, az építész, a gépész kiviteli tervek, sőt a gyártmánytervek is 100 %-ban készen voltak és a szerződés aláírása után komplett kiviteli gyártmányterveket adtak át részünkre, nem kis meglepetésünkre.

Gondoljunk csak bele, hogy hányszor kapunk egy komoly épülethez 3 db A4-es papírt a pályázó generálkivitelező előkészítőjének rajzaival, hogy valami ilyen épületet akarunk csinálni, és erre kérnénk max. 2 napon belül versenyképes árat.

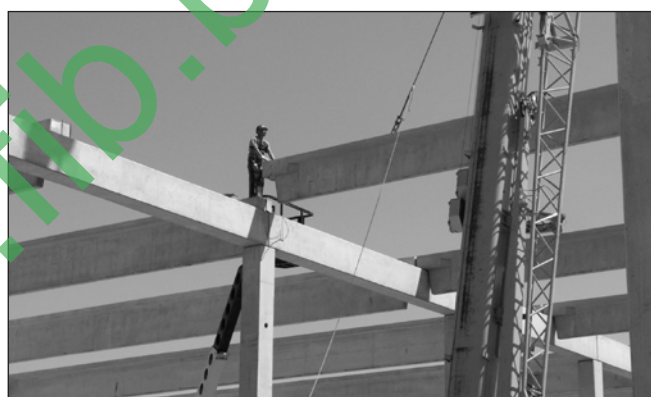
Összeállítunk egy vázat és utána jön a hír: megnyertük az épületet. Holnap lehet menni a tervezőhöz egyeztetni és jó volna jövő héten a kehelynyak, 30 napon belül pedig egy komplett felállított váz. Ezek sajnos napi komplett problémák. Nem kívánom megjegyezni, hogy ez most éppen melyik projekt volt, de azt hiszem, minden előregyártónak napi jelenség ez a történet.



11. ábra: Tetőgerenda beemelése 1, Lidl-csarnok



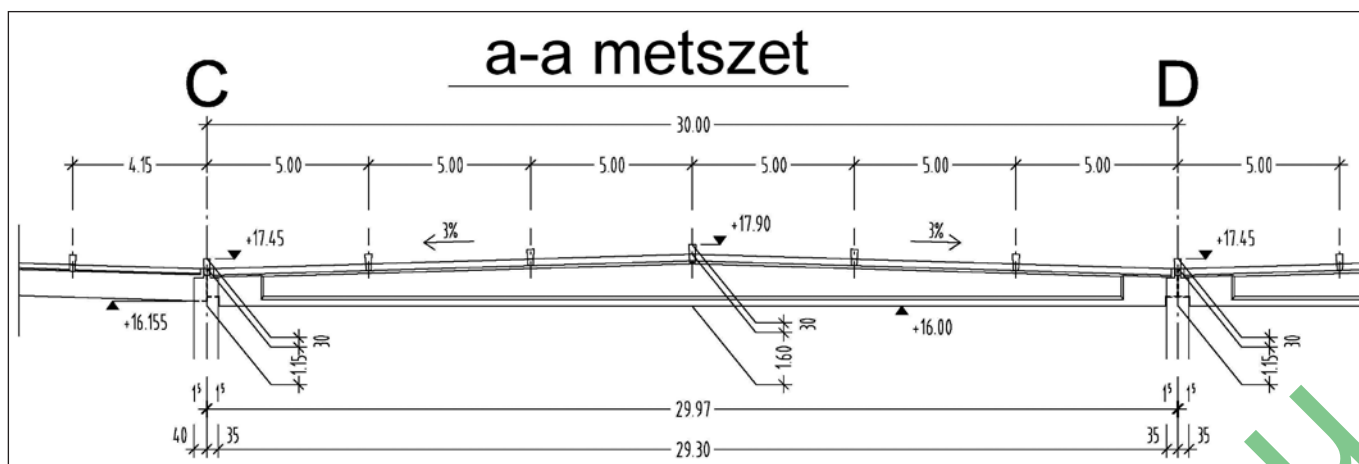
12. ábra: Tetőgerenda beemelése 2, Lidl-csarnok



13. ábra: Tetőgerenda beemelése 3, Lidl-csarnok



14. ábra: Pillér beemelés, Lidl-csarnok



15. ábra: Az Audi-csarnok metszet részlet

De térjünk vissza az Audi-csarnokhoz. Mint mondtuk, megkaptuk a komplett dokumentációt. A szerződés természetesen tételes költség elszámolású volt. A problémát a gyártás megkezdésekor az jelentette, hogy a terveken olyan anyagokat írtak ki, amelyek Magyarországon nem álltak rendelkezésre.

Egy jó pár dolgot Németországból és Ausztriából importáltunk. Ezek a teljesség igénye nélkül pl. betonacél toldók, konzol túske kialakítás, villámvédelmi doboz stb.

A kiegészítő anyagok esetében nem csak a minőség meghatározása, de az ár is érdekes kérdés volt számunkra. A németek erre azt válaszolták, hogy a minőséget meg kell fizetni, semmi olcsó utángyártást nem hajlandók elfogadni, csak az eredetit.

Ezután az idén építettük a G-12, G-20 épületrészt, amely tulajdonképpen csak bővítés. És mégis, a fentebb leírt dolgok megszűntek (16. ábra).

Vissza, a normál hétköznapiakhoz.

Átalányáras szerződés, normál magyar technológia – ami természetesen nem rossz – csak összehasonlítva a korábbi beruházással, ki kell jelenteni, hogy nem az Audi cég volt ilyen szinten nagy igényű, hanem a német generálkivitelező volt igényes.

De egy biztos. A külföldi befektetőkkel együtt megjelennek Magyarországon a külföldi generálkivitelezők és – bármilyen nehezünkre is esik kijelenteni – velük együtt egy más elvárás, az ár-érték arány elvén történő minőségkövetelés, és ezen minőség megfizetése.

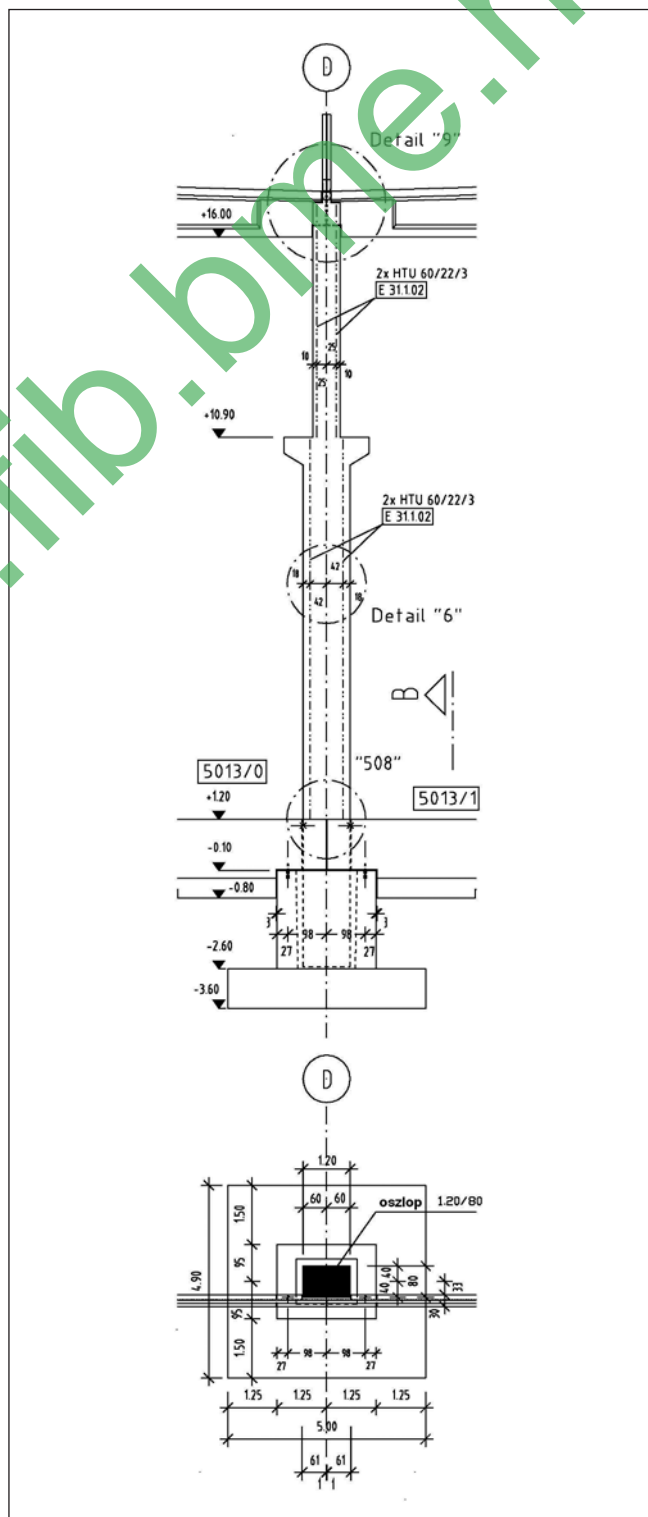
Nem kell egy szerkezetnek 300 millió Ft-ba kerülnie ahhoz, hogy nyugati színvonalú minőséget várjanak el. Ez inkább megrendelő-függő.

2.5 Liegl & Dachser logisztikai központ, Pilisvörösvár

A Liegl & Dachser németországi székhelyű, szállítmányozással és raktározással foglalkozó vállalat. 1999-ben építették Pilisvörösváron az első raktárbázisukat, melyet 2003-ban, majd 2005-ben tovább bővítettek.

A tender tervdokumentációt a Dachser GmbH. készítette Németországban. A feladat egy $92 \times 76,5 = 7\,038 \text{ m}^2$ alapterületű, 13,5 m hasznos belmagasságú csarnokszerkezet megépítése volt. A metszeten látható keretszerkezetek jellemző kiosztása 7,2 m. Az épületben az egyes raktározási egységek elválasztására cca. $4\,000 \text{ m}^2$, 15,55 m magasságú, előregyártott vasbeton elemekből álló tűzfalat kellett készíteni. A tervezés és kivitelezés során a legnagyobb kihívást egyrészt az építési folyamat összes fázisában biztonságos épületmerezítési rendszer, illetve a helyes építési sorrend megválasztása jelentette. Másrészt a

16. ábra: Az Audi-csarnok pillérei





17. ábra: Az Audi-csarnok szerelése 1



18. ábra: Az Audi-csarnok szerelése 2



19. ábra: Az Audi-csarnok szerelése 3



20. ábra: Az Audi-csarnok szerelése 4

34,5 m hosszúságú tetőgerenda megtervezése és legyártása okozott nagy kihívást, tekintettel az eddigi gyakorlatban még nem alkalmazott gépészeti áttörési igényekre.

A szerkezet építésének megkezdése előtt több fontos kérdést kellett tisztázni, mert ezek nélkül nagy volt a kockázata egy katasztrófa esetleges bekövetkezésének. A legfontosabbak ezek közül, hogy a 34,5 m-es gerenda gyártásához figyelembe vett gyártószablon geometriai adottságai megfelelnek-e a geometriai és statikai igényeknek.

A magyarországi gyakorlatban megszokott 3 %-os tetőlejtésnél a megrendelő kisebbet tervezett. A gyártandó 12 darab gerenda miatt a gyártószablon átalakítása és a várható többlet beton miatt a kivitelezési költségek szerintünk jelentősen megnőttek volna. A szerkezet gyártója 3 %-os lejtésű gerendát javasolt, ami a magas hullámú trapézlemez tetőhéjalás esetén a magyarországi gyakorlatban megszokott, illetve megfelel a hazai gyártók lehetőségeinek. A szerződést követően a megrendelő mégis ragaszkodott az eredeti elképzeléséhez. A kérdés a Magyar és Német Betonszövetség közötti kapcsolatfelvétel, majd később állásfoglalásaik nyomán oldódott meg, lehetőséget adva a hazai gyakorlathoz igazodó 3 %-os lejtésű gerenda beépítésének.

A geometria pontosítása mellett még egy nehézséggel kellett szembenézni, a gerendába a megrendelő a mellékelt metszet szerint két darab 1,3 m és két darab 1,0 m hosszúságú áttörést kért az egyéb lyukasztási igényeken felül. A gerendára jutó terhelési sáv 7,2 m. Korábban a hasonló hosszúságú gerendák 6 méteres kiosztásra készültek. Ilyen hosszúsággal és ilyen lyukasztással, még nem készült gerenda. Az áttörések statikai méretezéséhez a külföldi szakirodalom említ példákat. Németországban ilyen áttöréseknél a beton bedolgozhatósági problémát az öntömörödő beton alkalmazásával oldják meg. Nem megfelelően bedolgozott beton esetén a tartót selejtnak kell tekinteni, az anyagi kockázat ennek megfelelően jelentős. Egy gerenda újragyártása a kivitelezőnek 2005-ös árszinten 1,15 millió Ft-ba került volna. A gyártó a bedolgozhatóság miatt egyedi beton receptúrát és kellő számú zsáluvibrátort használt. Újragyártásra betonfelület hiányossága miatt nem volt szükség.

Az épületszerkezet statikai modelljének felállításánál, tekintettel a tűzfalakra, a szerelés közbeni állapot volt a mértekadó.

Ennek megfelelően kellett megtervezni a költségek szempontjából legkedvezőbb építési sorrendet, illetve épületmértékezői rendszert.

A végeredményt a 21-23. ábrák szemléltetik.

2.6 Eglo - Pásztó raktárcsarnok

Az Eglo már 2001. óta tervezte pásztói gyártó és raktárkapacitásának bővítését. A tervezési időszakban mind vasbeton, mind acélszerkezetű tervváltozatok születtek. Az építendő raktár meglévő épületrészhez csatlakozik egy háromszintes nyaktaggal. A kivitelezés 2005. szeptemberében kezdődött, a műszaki átadásra 2006. márciusában került sor.

A raktárcsarnok magassági méreteiben túlszárnyalja az eddig épített hasonló szerkezeteket. Az igény kéthajós, 23,65 m (!) hasznos belmagasságú, 110 méter hosszúságú vasbeton szerkezet volt. A csarnokrész statikai váza alul befogott felül kilendülő keret.

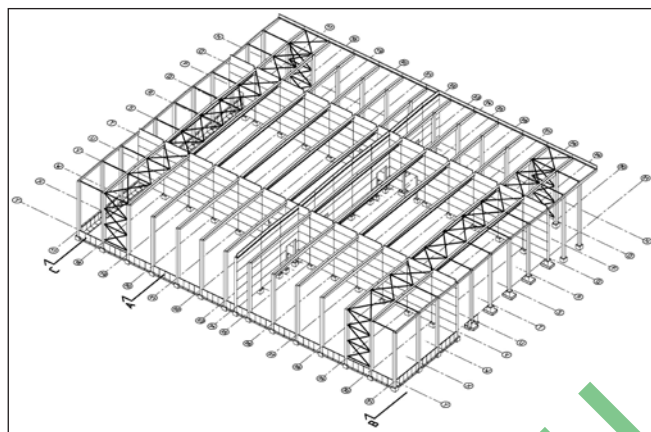
A statikai feladat ennél a szerkezetnél biztonsági szempontból megfelelő, kivitelezési szempontból leggazdaságosabb szerkezet kiválasztása volt. Kivitelezési oldalról viszont a 26 m hosszúságú, 30 tonna súlyú pillérek szállítása és elhelyezése volt a legnehezebb feladat. A pillérek felső pontja az elhelye-

zskor legfeljebb 2 centimért térhetett el a függőlegestől. E nélkül a tetőgerendák elhelyezése csak a beton vágása után lett volna lehetséges mintegy 24 m magasságban. A kivitelezők a munkát megfelelő előrelátással, az elhelyezési tűréshatáron belül teljesítették.

A pillérkeresztmetszet megállapításánál követelmény volt a szerkezet elmozdulásának a megengedett határokon belüli tartása ($l/200$), illetve, hogy a szállítási-daruzási költségekre tekintettel a 30 tonnás elemsúly ne legyen túllépve. A terv az volt, hogy a közbső oszlopok a szükséges és elégséges módon négyzet keresztmetszetűek legyenek. Ennek a gyártási-, szállítási-, szerelési- végleges állapotok vizsgálata után a 60/60 cm-es keresztmetszet felelt meg. A csarnok hosszoldali homlokzati pillérjeivel támasztották meg a keretszerkezetet. A vízszintes terhekhez képest az épület függőleges terhei nem voltak jelentősek. Többféle keresztmetszeti lehetőséget kellett megvizsgálni: „I” alakú, valamint hőszigetelő anyaggal kikönnnyített, négyszög alakú keresztmetszeteket. A statikai számítások elvégzése után a 120×60 cm-es külméretű „I” keresztmetszet volt a legkedvezőbb. Az önsúly további csökkentése miatt a pillér felső, 7,5 m-es részét 60/60 cm-re kellett csökkenteni. A szállítási állapotban ezt a részt mint konzolt tervezték.

A gyártmánytervek készítésekor figyelembe vették a szerkezetépítők kéréseit: a pillér központosító a pillér súlyvonalába került, meghatározott magasságokban az esetleges kitámasztás rögzítése miatt csőáttörések készültek. Az oszlopok beállítása a hagyományos faékes rögzítéssel és kibetonozással történt.

Az épületet a 24-27. ábrák szemléltetik.



21. ábra: A Liegl & Dachser-csarnok térbeli szerkezete



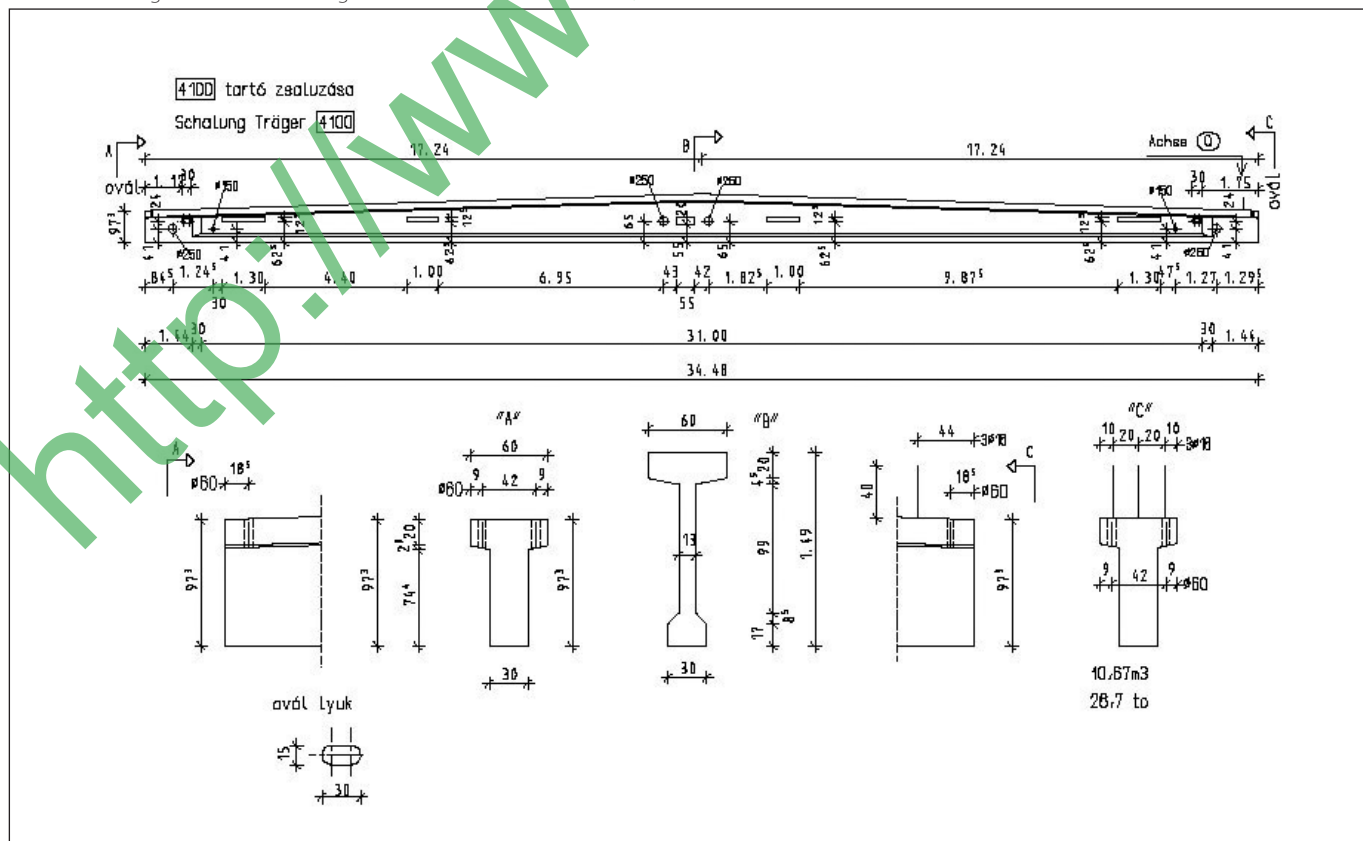
22. ábra: A Liegl & Dachser-csarnok összeállítása

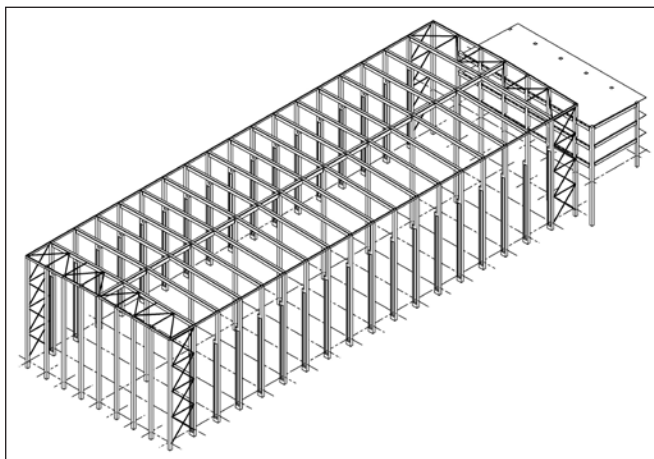
3. MEGÁLLAPÍTÁSOK

A fenti épületek tartószerkezeti különböző, a „napi” gyakorlattól eltérő műszaki megoldásokat jelentettek, de tanulságaik alapvetően azonosak. A felmerülő műszaki kérdésekre válaszokat kínáló szakirodalom, illetve megfelelő tervezői programok

szükségesek. A Liegl & Dachser-csarnok esetében a tetőtartók mérete és áttörései, az Eglo-csarnok esetében a gerendákkal összekapcsolt keretszerkezet méretezése volt a nehézség. A gerenda áttörései esetében a külföldi szakirodalmat kellett tanulmányozni. A keret méretezésében a vasbeton viselkedését

23. ábra: A Liegl & Dachser-csarnok gerenda zsaluzása





24. ábra: Az Eglo-csarnok térbeli szerkezete



25. ábra: Az Eglo-csanok összeállítása

figyelembe vevő (vasalt, megrepedt keresztmetszet), másodrendű hatásokat is kalkuláló statikai program segített.

A tervezés Eurocode 2 szabvány szerint történt. Külföldi (esetünkben német) megrendelők esetén az EC szerinti tervezés „közös nyelvet” jelentett, sok esetben gyorsította az eltérő vélemények kompromisszumos megoldását.

A vasbetonszerkezetek méretezése az Abacus Gmbh. statikai programjaival (FETT, STUR) készült.

4. HIVATKOZÁSOK

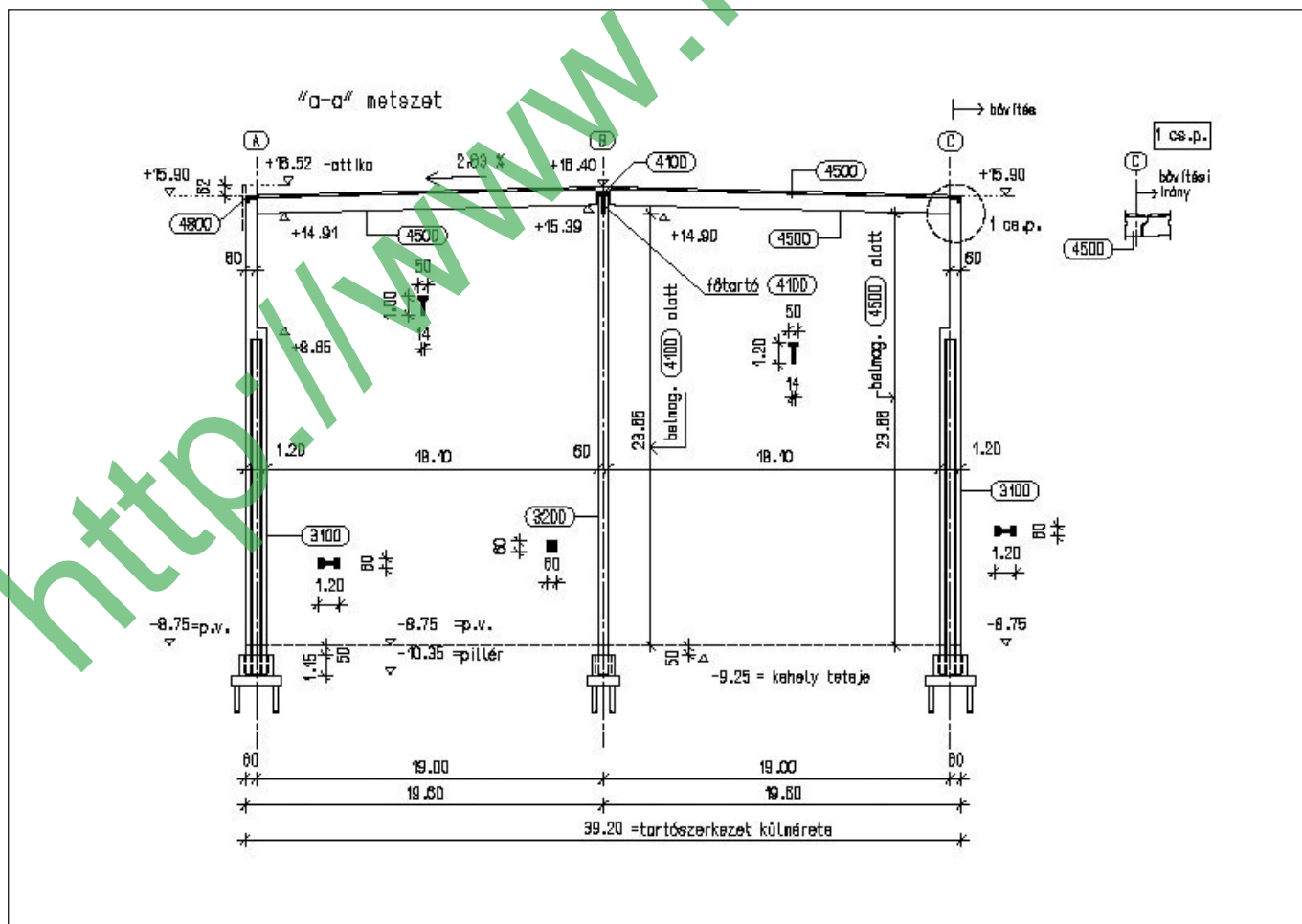
Eligehausen, R. (1992), „Das Bewehren von Stahlbetonbauteilen“, DAfStb Heft 399, Beuth Verlag

Reineck, K.-H. (2005) „Modellierung der D-Bereiche von Fertigteilen“, Beton-Kalender 2005/2, *Ernst und Sohn*

Képes József (1967) okl. építész, Debreceni Egyetem Főiskolai Kar. 1998. óta a BVM Mibet Kft. kereskedelmi menedzsere, és 1999. óta a kereskedelmi osztály vezetője. 2003. óta kereskedelmi igazgató.

Novák László (1962) okl. mérnök BME Építőmérnöki kar. 1984-től építés-kivitelezés-építményfenntartás (különböző beosztásokban); 1994-96. főiskola adjunktus Zrínyi Egyetem, főiskola kar Műszaki Tanszék; 1996-98. vállalkozási mérnök VSTR-H Bp.31 Vasbetongyártó Kft.; 1998-2003 statikus tervező Plan31 Mérnök Kft.; 2003-tól ügyvezető STAT31 Mérnökiroda Bt., VSTR-H Bp.31 ÁÉV főmérnök Tevékenység: vasbeton szerkezetek tervezése.

Polgár László (1943) okl. mérnök BME Építőmérnöki kar. 1966-tól építésvezető, gyártmánytervező, főtechnológus a 31. sz. ÁÉV-nél, 1992-től a Plan31 Mérnök Kft ügyvezetője és az asa Építőipari Kft műszaki ügyvezetője. A Magyar Betonelemgyártó Szövetség elnöke.



26. ábra: Az Eglo csarnok metszete



27. ábra: Az Eglo-csarnok nyaktagjának szerelése



28. ábra: Az Eglo-csarnok pilléreinek állítása

PREFABRICATED CONCRETE STRUCTURES FOR COMMERCIAL AND INDUSTRIAL BUILDINGS IN HUNGARY

József Képes – László Novák – László Polgár

In Hungary there has been a long tradition of industrial prefabrication of concrete structural elements. Hungary's EU accession has further increased the number and volume of construction projects. The timeframe and the number of skilled workers available of the individual projects are getting more and more limited. The primary function of buildings is changed frequently, therefore, there is an increasing demand for a flexible adaptability of the structures to the new and altered functions. One of the consequences of this tendency is that clients require larger and larger spans and larger and larger capacities. The paper gives an overview of the last four years.



Fehérvári Sándor

A közúti és vasúti alagutakban az elmúlt két évtizedben bekövetkezett tüzesetek felhívták a figyelmet az alagúttüzek veszélyességére. A balesetek során bebizonyosodott, hogy mind a személyeket veszélyeztető füstképződést, mind a szerkezet szempontjából döntő jelentőségű, káros hőképződést vizsgálni kell. A cikk a zárt térben bekövetkező tüzesetek speciális jellegével, a tűz során felhalmozódó hő mennyiségével és eloszlásával foglalkozik.

kulcsszavak: alagút, tűz, tűzterhelés, tűz-karakterisztika

1. BEVEZETÉS

Modern ipari társadalmunk létének egyik alapja a megbízható, gyors és biztonságos közlekedési infrastruktúra, a nagyvárosok tömegközlekedésének hatékony és biztonságos megoldása.

A nemzetközi vasúti, illetve közúti rendszerek terheltsége az elmúlt évtizedekben ugrásszerűen megnövekedett. Különös tekintettel igaz ez az áruszállító tehervonatok, illetve kamionok számára. A közúti szállítás hatékonyságát nagyban növelték az egyre jobban kiépülő gyorsvasúti, illetve autópálya-hálózati rendszerek. Ezek magassági vonalvezetésének korlátai miatt hegyvidéki környezetben alagutak, alagútrendszerek megépítése volt szükséges.

Hasonlóan elmondható, hogy a nagyvárosi tömegközlekedési rendszerek esetén, a megnövekedett utasforgalmi igény kielégítésére a legalkalmasabb lehetőséget a földalatti-hálózat fejlesztése, illetve kiépítése jelenti.

2. ALAGÚTTÜZEK

Amennyiben a közlekedést – legyen az nagyvasúti hálózat, autópálya vagy tömegközlekedés – alagútba, tehát zárt térbe szorítjuk, a szükséges biztonsági követelmények lényegesen

megnőnek, beleértve ebbe mind az életvédelmi, mind a szerkezetvédelmi követelményeket. Az üzemszerű működéstől eltérő esetek sorában, veszélyességi szempontból, egyértelműen az alagúttüzek jelentik mind az alagútban tartózkodókra, mind az alagút szerkezetére a legnagyobb fenyegetést.

A növekvő és szigorodó biztonsági előírások ellenére a világ alagútjaiban bekövetkező balesetek és káresemények száma az elmúlt évtizedek statisztikáiban emelkedő tendenciát mutat. Ennek a növekménynek okai:

- *a forgalmi terhelés növekedése*, melynek egyre nagyobb hányadát teszik ki a tehergépjárművek, kamionok,
- *a sebesség növekedése*, mely a balesetek esetén az elszabaduló tömeg mozgási energiáját növeli. Ez a megállapítás különösen a kiépülő, nagysebességű európai fővasúti hálózatok esetében állít speciális igényeket az alagút biztonsági tervezése során.
- *az alagúthosszak növekedése*, melyet a társadalmi, gazdasági és környezetvédelmi igény, illetve a korszerűsödő építéstechnológiai lehetősége teremt meg. Az alagút hosszával nő az alagútban töltött idő, így a balesetek lehetősége. A mentést, az oltást és a kármentesítést is lényegesen nehezíti az alagút kapuzatától való jelentős távolság.
- *a terrortámadások lehetőségének növekedése*; a terror-



1. ábra: Alagúttüzek a világban
(Beard és Carvel, 2005)

cselekmények számának növekedése miatt, különösen a nagyvárosi metróhálózatok alagútjai terrortámadások céltáblájává válhatnak.

Beard és Carvel (2005) alagutak tűzbiztonságáról írt könyve szerint a 2000-2004. években is közel 40 komolyabb tüzesetet jegyeztek fel világszerte (1. ábra). Ezekből hat (*Rotsethorn*, Norvégia, 2000. 07. 29.; *Kitzsteinhorn*, Ausztria, 2000. 11. 11.; *Gleinalm*, Ausztria, 2001. 08. 07.; *Szt. Gotthard*, Svájc, 2001. 10. 24.; *Jungangno*, Dél-Korea, 2003.02.18.; *Fløyfjell*, Norvégia, 2003.11.10) követelt emberéletet.

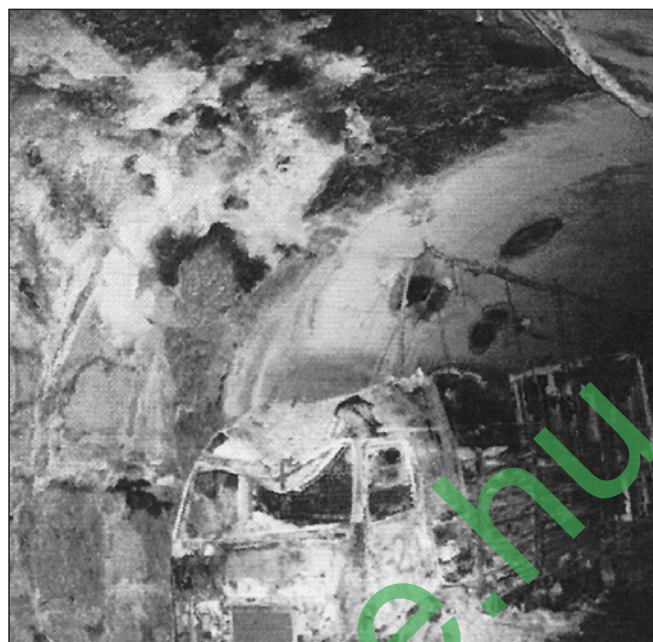
Statisztikai elemzéssel kimutatható, hogy az alagúti közlekedés, ugyanakkor, fajlagosan sokkal biztonságosabb, mint a nem alagútban vezetett közlekedés (Beard és Carvel, 2005). Ennek oka kétségtelenül a komolyabb biztosítási rendszerek jelenléte, mint például az előzetes tájékoztató, a füst- és tűz-észlelő, az automatariasztó- és oltóberendezések, a speciális menekülőutak kialakítása stb. Ugyanakkor a zárt és nyitott térben bekövetkezett balesetek következményei között lényeges különbségeket lehet felfedezni. Lévén, hogy a zárt térben fellángoló tűz hő- és füstképzésével a környezetében tartózkodó személyek testi épségét jobban veszélyezteti, valamint a nagy hőterhelés magának az alagút teherhordó szerkezetének anyagára is kihatással van (2-5. ábrák).

A szerkezeti anyagok közvetlen tűzterhelésre való vizsgálata az elmúlt évtizedekben jelentős szerepet kapott a nemzetközi kutatásokban. A tartószerkezeti szerepet betöltő építőanyagok viselkedését mind az anyagok, mind az anyagból létrehozott szerkezetek tekintetében több különálló, illetve összefüggő

2. ábra: Tűzkár egy hamburgi autópálya-alagútban (1968.) (Haack, 2002)



3. ábra: Tűzkár a Csatorna Alagútban (1996. 11. 18.) (Haack, 2002)



4. ábra: Tűzkár a Mont Blanc alagútban (1999. 03. 24.) (Haack, 2002)



5. ábra: Tűz a Szent Gotthard alagútban (2001. 10. 24.) (Schlüter, 2004)

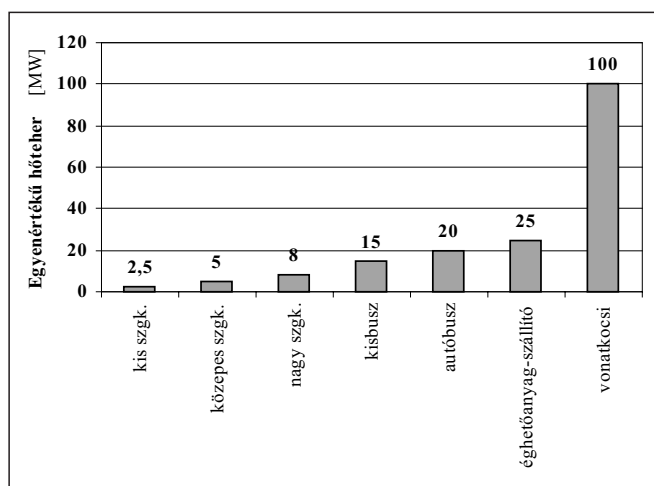
vizsgálati program dolgozta fel. Míg a a magának szerkezeti anyagnak a viselkedése a szerkezettől kevésbé függ, az összetett viselkedés szempontjából azonban nem közömbös, hogy magas épületről vagy alagútról van-e szó. A különbség már a jelen lévő éghető anyagok elterésében is jelentkezik, a szignifikáns eltérést ugyanakkor a szellőzés, a hő terjedésének gátlása és ezáltal a hőfelhalmozódás jelensége adja. Zárt alagutakban a hőfelhalmozódás különösen veszélyes jelenség. A vastag keresztmetszetű szerkezetek és az azokat körülvevő közet-, illetve talajkörnyezet a felszabaduló hőmennyiséget csak rendkívül lassan képesek elvezetni. Az égés légterében így gyorsan, igen magas gázhőmérséklet kialakulására van lehetőség.

3. A TŰZTEHER

A szerkezeti anyagok vizsgálatához meg kell határozni, hogy milyen tűz, illetve hőterhelés érheti az adott anyagot. Továbbá ismerni kell a terhelési módok időbeli, illetve – a szerkezet szempontjából lényeges – térbeli eloszlását.

Egy adott jármű égése során felszabaduló hőenergia egyértelműen számítható. A 6. ábrán az egyes járműfajták teljes kiégésekor felszabaduló átlagos hőmennyiséget jellemző, egyenértékű hőterhet ábrázoltuk (Putz, 2005).

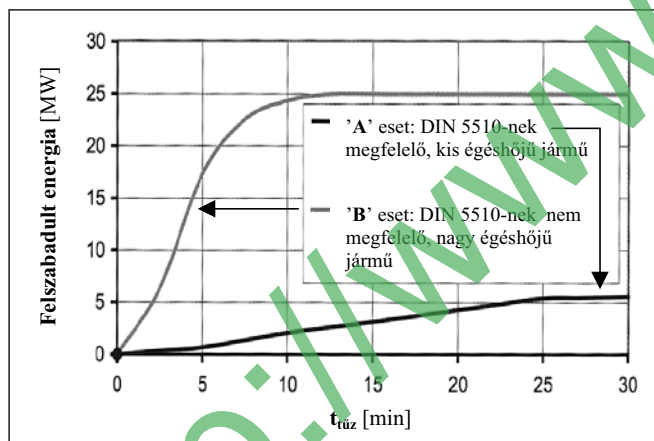
Minden járműre (annak alkotóelemeinek ismeretében) elkészíthető a felszabadult hőmennyiség pontos számítása. Megjegyezzük, hogy ennek a számításnak csak metróháló-



6. ábra: Egyenértékű hőterhelés az egyes járműcsoportoknál (Putz, 2005)

zatoknál van létjogosultsága, ahol biztosítható, hogy csak egyféle szerelvény közlekedjen a pályán. Példaképpen egy NF10 típusú (Düsseldorfbán közlekedő, 40 m hosszú 2,4 m szélességű) metrószerelvény éghető anyagaiból felszabaduló hő összesen 91 592 854 KJ energiát fejleszt (Blennemann és Girnau, 2005). Ez az energiamennyiség ugyanakkor időben és térben elosztva szabadul fel. Ilyen módon, összegzéssel minden járműtípusra a fenti érték (az alkotó anyagok ismeretében) meghatározható.

Fontos megemlíteni, hogy az igazi tűzvédelem már a járművekben felhasznált anyagokkal kezdődik. Egy modern szempontrendszer és szabványok szerint tervezett járműben található éghető anyagok mennyisége kisebb, így hő valamint (toxikus) füst fejlesztése kevésbé terheli a szerkezetet és az élő szervezeteket (Blennemann és Girnau, 2005). Ezek időbeli eloszlása is kedvezőbb, amint azt a 7. ábra is mutatja.

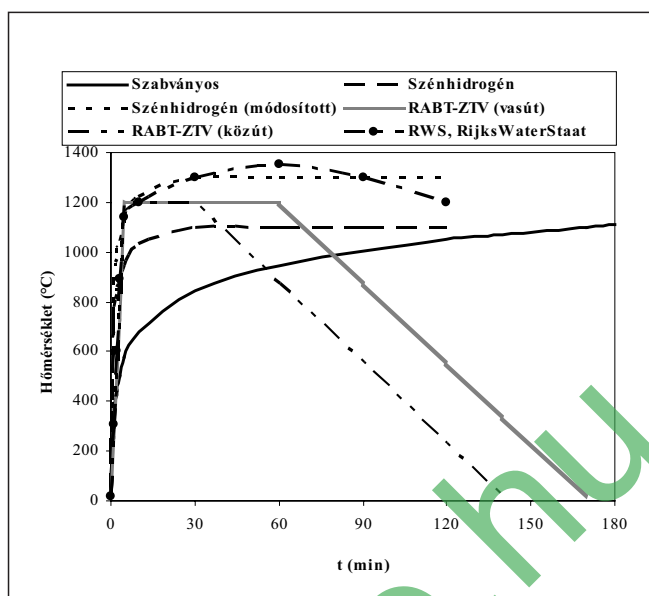


7. ábra: Kis- és nagy éghetőségű járművek hőleadása (Blennemann és Girnau, 2005)

Az alagutak tervezését azonban nem lehet (a ritkább kivételektől eltekintve) egyedi hőterhelések vizsgálatára alapozva elvégezni. A tüzek „pontos” leírása helyett a szabványos tűz-karakterisztika jellemzésére előírt tűzgörbéket vezettek be. A járatos tűzgörbéket a 8. ábrán tüntettük fel.

Az egyes görbék különböző vizsgálatok, feltételezések, nemzeti szabványok, éghető anyag-összetételek és kis- illetve nagyminta-tesztek eredményeképp alakultak (Promat, 2006):

Szabványos: főleg a magasépítésben elterjedt vizsgálati karakterisztika, amit több nemzetközi és nemzeti szabvány (ISO 834, BS 476:part 20, DIN 4102, AS 1530) is megad. Alapja a tűz környezetében fellelhető éghető anyagok folyamatos meggyulladás és természetes égése. A görbe egyenlete:



8. ábra: Szabványos tűzgörbék; lég(gáz)hőmérsékletek a tűz környezetében (Blennemann és Girnau, 2005 alapján)

$$T[°C] = 20 + 345 \cdot \log(8 \cdot t[\text{min}] + 1) \quad (1)$$

Maximális hőmérséklete az adott országban előírt tűzterhelési idő alapján számítható.

A mindössze 30 MW hőteljesítmény felszabadulásával számoló, szabványos tűz alkalmazása alagutak tervezésénél nem javasolt. Mint az a diagramról látható, viszonylag hosszú hőakkumulációs idejével nem felel meg a gyors hőfelhalmozódást feltételező alagúttűz elméleteknek.

Szénhidrogén: A szénhidrogének égése során a szabványos tűzgörbétől eltérő karakterisztikájú jelenségeket tapasztalhatunk. Mind a görbe lefutása, mind a maximális értéke eltér a gyakorlatban alkalmazott szabványos tüztől. A szénhidrogének gyorsabb belobbanása meredekebb emelkedést, míg nagyobb hőfejlesztésük magasabb hőmérsékletet eredményez. A görbe egyenlete:

$$T[°C] = 20 + 1080 \cdot (1 - 0,325 \cdot e^{-0,167 \cdot t[\text{min}]} - 0,675 \cdot e^{-2,5 \cdot t[\text{min}]}) \quad (2)$$

Szénhidrogén (módosított): Az előbbi szénhidrogéntűzzel analóg, a francia előírásokban szereplő tűz-karakterisztika, mely a maximális hőmérsékletet 1300 °C-ban határozza meg a fenti 1100 °C-kal szemben. A görbe egyenlete:

$$T[°C] = 20 + 1280 \cdot (1 - 0,325 \cdot e^{-0,167 \cdot t[\text{min}]} - 0,675 \cdot e^{-2,5 \cdot t[\text{min}]}) \quad (3)$$

Mind a *szénhidrogén*, mind a *szénhidrogén (módosított)* tűz-karakterisztika a petrokémiai iparból került át a mérnöki gyakorlatba. Alkalmazásukat alagúttűzek esetén – különösen közúti alagutaknál – a tűz környezetében felhalmozódó nagy mennyiségű benzin és gázolaj indokolhatja.

RABT-ZTV: A RABT-ZTV (Richtlinien für Ausstattung und den Betrieb von Strassentunneln) karakterisztikákat német kísérletek alapján határozták meg és vezették be. Az eddiektől eltérően nem a görbe egyenletét, hanem töréspontjait írták elő. Eltérő karakterisztika került kidolgozásra vonatok és gépkocsik esetére (így vasúti illetve közúti alagutakra). Mindkét tüzzel jellemző, hogy viszonylag gyorsan, 5 perc alatt eléri a maximális 1200°C-os hőmérsékletet, melyet – típustól függően – 25-55 percen keresztül folyamatosan tart. Ezt egy egységesen 110 perc hosszúságú lehűlési szakasz követi (1. táblázat).

1. táblázat: RABT-ZTV tűz-karakterisztika szignifikáns pontjai (PROMAT, 2006)

| RABT-ZTV (vasút) | |
|------------------|--------|
| t (min) | T (°C) |
| 0 | 15 |
| 5 | 1200 |
| 60 | 1200 |
| 170 | 15 |
| RABT-ZTV (közút) | |
| t (min) | T (°C) |
| 0 | 15 |
| 5 | 1200 |
| 30 | 1200 |
| 140 | 15 |

A német tűz-karakterisztika különösen jól használható, mind a tervezési, mind a kísérleti modellekbe könnyen bevezethető, jól kezelhető lineáris jelleggel rendelkezik. A karakterisztika jól követi a kezdeti gyors emelkedési szakaszt. Továbbá ez az egyetlen járatos karakterisztika, ami pontosan szabályozza a lehűlési szakasz tulajdonságait is. Utóbbi nem csak a modell szempontjából fontos, hanem az anyag maradó tulajdonságát is jelentősen befolyásolja a kihűlés, lehűtés sebessége.



9. ábra: Ellenőrzött kísérleti tűz Németországban (1998.) (Haack, 2002)

RWS (Rijkswaterstaat): A tűz-karakteristikák közül a legmagasabb maximális hőmérséklettel bírót Hollandiában dolgozták ki 1979-ben. Az alagútban uralkodó tűzkatasztrófák közül talán hőterhelés szempontjából a legveszélyesebbet írja le, azt a legrosszabb esetet (*worst case scenario*), amikor egy 50 m³ üzemanyagot szállító tartály gyullad ki, melynek következtében 180 perc alatt 300 MW teljesítmény szabadul fel. A görbére kezdetben gyors, majd folyamatosan lassuló emelkedés, jellemző csúcstérték, majd kis visszaesés utáni stagnálás jellemző (2. táblázat).

2. táblázat: RWS, Rijkswaterstaat tűz-karakterisztika szignifikáns pontjai (PROMAT, 2006)

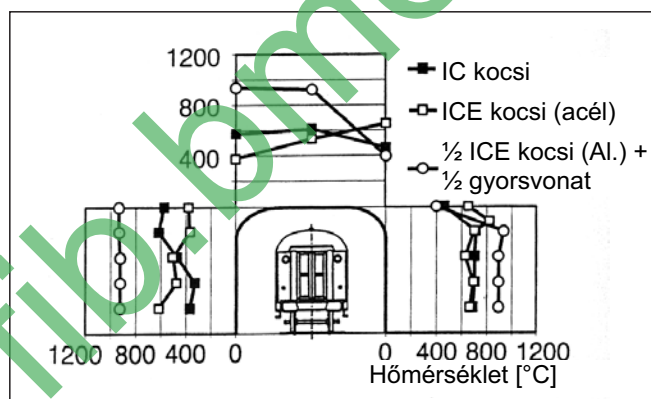
| t (min) | T (°C) |
|---------|--------|
| 0 | 20 |
| 3 | 890 |
| 5 | 1140 |
| 10 | 1200 |
| 30 | 1300 |
| 60 | 1350 |
| 90 | 1300 |
| 120 | 1200 |

Attól eltekintve, hogy a kihűlési periódusról nem rendelkezik (180 perc után elfogy az éghető anyag), az RWS karakterisztika az alagúttűzek majd 100%-nak felső korlátjának tekinthető.

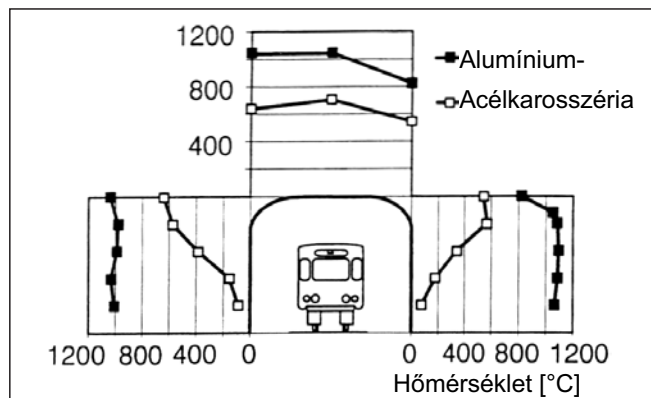
A fenti görbék az alagút légterében uralkodó lég- illetve gázhőmérséklet maximális tervezési értékeinek időbeni alakulását mutatják.

A hőmérsékletek térbeli eloszlását is kísérletileg vizsgálták. Megállapították, hogy az alagút légterében a főte környezetében tapasztalható a legnagyobb, gyakran a maximális, míg az alagút oldalfalában ennél alacsonyabb lég hőmérséklet. A 10-12. ábrákon látható a különböző típusú járművek körül keletkező keresztmetszeti lég hőmérsékleti eloszlás.

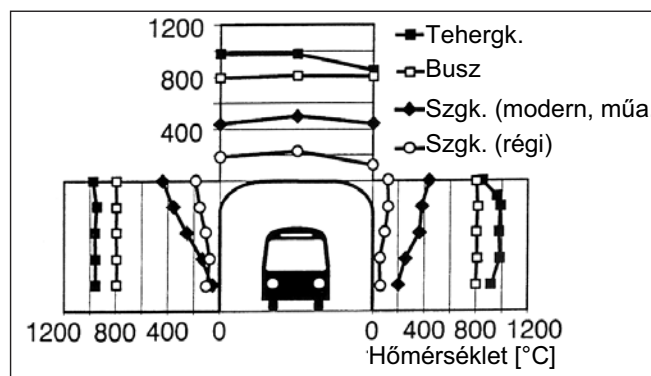
A lég hőmérséklet-eloszlást az alagút hossz tengelyében vizsgálva, megállapítható, hogy a tűzfészkek környezetében uralkodó magas hőmérséklet a távolsággal arányosan csökken. Az idő múlásával azonban a tűzfészektől távolabbi éghető anyagok is lángra kaphatnak, aminek következtében a hőmérséklet-eloszlás maximumhelyei térben széthúzódnak, és az alagút falazatának mind nagyobb szakaszát éri a maximális hőterhelés (13-14. ábra).



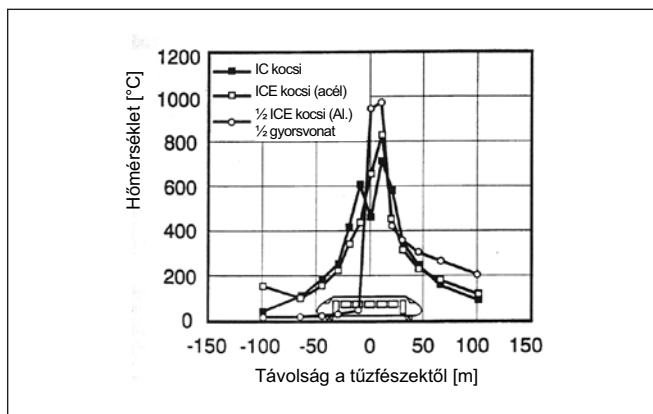
10. ábra: Maximális levegő hőmérsékletek a falazat mentén, vonatszerelvényen kitört tűz esetén (Richter, 1993)



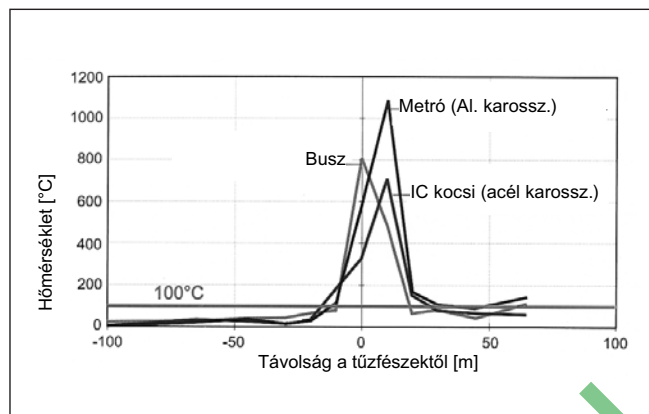
11. ábra: Maximális levegő hőmérsékletek a falazat mentén, metrószerelvényen kitört tűz esetén (Richter, 1993)



12. ábra: Maximális levegő hőmérsékletek megoszlása a falazat mentén, közúti járművön kitört tűz esetén (Richter, 1993)



13. ábra: A léghőmérsékleti megoszlása az alagút hossz tengelyével párhuzamosan, a tüzfészektől távolodva (Richter, 1993)



14. ábra: A léghőmérsékleti megoszlása az alagút hossz tengelyével párhuzamosan, tüzfészektől távolodva (Blennemann és Girmau, 2005)

4. MEGÁLLAPÍTÁSOK

Az alagutakban bekövetkező tüzesetek során jelentős mennyiségű hő szabadul fel. A keletkező hőmennyiség a műtárgy szerkezeti kialakítása és elhelyezkedése miatt csak nagyon lassan képes eloszlani, így a szerkezetben, a tűz környezetében jelentős léghőmérsékleti értékek alakulnak ki.

Nemzetközi kutatások elméleti alapon vagy kis-, ill. nagyminta kísérletek segítségével, mind a felszabaduló hőmennyiségre, mind a keletkező léghőmérsékletre több, jól használható információt szolgáltatottak. A nyugat-európai gyakorlat az alagúttűzek jellemzésére tűzkarakterisztika-görbéket dolgozott ki, melyek minden esetben az adott ország érvényes, „hagyományos” karakterisztikáinál gyorsabb hőfelhalmozódással és magasabb maximális hőmérséklettel számolnak. Az így megalkotott görbék alkalmasak mind az alagúttűzek szerkeztire gyakorolt hatásának numerikus modellezésére, mind az egyes szerkezeti anyagok, illetve a szerkezetnek magának kísérleti vizsgálatára.

A cikkben továbbá foglalkoztam az alagúti léghőmérsékletek keresztmetszeti, illetve hossz tengellyel párhuzamos eloszlásával is. A szerkezet külső felületére az így meghatározott értékek hárítandók.

Megállapítható, hogy olyan új alagút építése során, amelyből az égő jármű feltételezhetően már nem képes kijutni, az életvédelmi kérdéseken túl a tűz okozta hőfejlődésből eredő kérdéseket is tanulmányozni kell. Régebbi építésű alagutaknál, ahol a szerkezet tűzvédelmét még nem vették figyelembe, hasonló megfontolásokkal kell eljárni, és a szerkezetet esetlegesen kiegészítő védelemmel ellátni.

5. HIVATKOZÁSOK

Beard, A. és Carvel, R. (eds.) (2005): „The Handbook of Tunnel Fire Safety”, Thomas Telford Ltd., London

- Blennemann, F. és Girmau, G. (eds.) (2005): „Brandschutz in Fahrzeugen und Tunneln des ÖPNV”, *Alba Fachverlag*, Düsseldorf
- Haack, A. (2002): „Current Safety Issues in Traffic Tunnels”, *STUVA*, Köln
- Promat (2006): „Fire Curves”, www.promat-tunnel.com
- Putz, U. (2005): „Brandbeanspruchung von Tunnelbeton“, 45. Forschungskolloquium des DAfStb, 100. Jahrgang, *Beton- und Stahlbetonbau*, pp. 173-176.
- Richter, E. (1993): „Heißgasentwicklung bei Tunnelbränden mit Straßen- und Schienenfahrzeugen – Vergleich gemessen und in Vorschriften enthaltener Temperatur-Zeit-Verläufe“, *STUVA Tagung '93 in Hamburg*, *STUVA*, Köln, pp. 131-137.
- Schlüter, A. (2004): „Baulicher Brandschutz für Tunnelbauwerke: Richtlinien, Vorgaben, die Realität und geeignete Maßnahmen“, *Tunnel*, 2004. november (Sonderdruck: Promat GmbH.)
- DIN 5510-2 (2003. 09.): Vorbeugender Brandschutz in Schienenfahrzeugen – Teil 2: Brennverhalten und Brandnebenerscheinungen von Werkstoffen und Bauteilen; Klassifizierungen, Anforderungen und Prüfverfahren

Fehérvári Sándor (1981), okl. építőmérnök (BME 2006). Doktorandus a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéken. Fő érdeklődési területe az alagúttűzek szerkezetre gyakorolt hatása, speciális mély- és alagútépítés, szerkezeti- és háttérinjektálás, mélyépítési szerkezetek építéstechnológiai és utólagos javítási kérdései. A *fib* Magyar Tagozata, a Magyar Alagútépítő Egyesület, a KTE és az SZTE tagja.

SPECIALTIES OF TUNNEL FIRES Sándor Fehérvári

This paper is focused on the danger of the tunnel fires. From historical aspects of the last decades incidents and of the theoretical analysis and experimental studies of large West-European laboratories we present fire characteristic curves for the tunnel fires. These curves always exceed the normal, “usual” ISO curve. The result of thermal accumulation of tunnel fire show not only temporal but spatial changes too. In the cross section the hottest point is the roof of the tunnel above the fire. The longitudinal curves show also a decrease of the temperature away from the fire. We pointed out that at designing of new tunnels the fire-bearing capacity of the structural elements should be calculated as well as by renovating of old or non fire-resistance tunnels.

2006. ÉVI PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJAK ÁTADÁSA

Tisztelt Hölgyeim és Uraim!

Nagy öröm számomra, hogy megint részese lehetek a Palotás-díj átadásának. Öröm az a tudat, hogy kiszámíthatatlanul változó világunkban van valami ami örökérvényű: a tudomány. És a tudománynak mindig vannak lelkes és önzetlen művelői, ők akiket a mai napon ünnepelhetünk.

Köszönjük fáradhatatlan munkájukat.

P. Palotás Piroska



Ujhelyi János és Zvonimir Marić



Zvonimir Marić és Ujhelyi János



Marika Marić édesanyja, Marika Marić és P. Palotás Piroska



Ujhelyi Jánosné, Ujhelyi János, P. Palotás Piroska, Zvonimir Marić és Marika Marić



A Palotás László-díj bronz plakettje

NÉHÁNY GONDOLAT A PALOTÁS-DÍJ KAPCSÁN



1. BEVEZETÉS

Mindenekelőtt megköszönöm a Palotás-díj kuratóriumának, hogy érdemesnek talált a Palotás-díjra. A díj önmagában is megtisztelő, de értékét növeli, hogy eddig olyan kiváló kollégák kapták meg, mint többek között saját szakterületemen Popovics Sándor és Erdélyi Attila. Örömmel tölt el, hogy szerény személyemet is érde-

mesítették erre a díjra. Életrajzi adataim a Kutatás története II. c. könyvben (Balázs Gy., 2005) olvashatók, itt csak néhány szót önmagamról és Palotás Lászlóhoz fűződő kapcsolatomról.

Rövid kivitelezői és közigazgatási munkát követően – déli vasúti összekötő híd roncskiemelés és helyreállítás, Ipari Minisztérium – 1951. január 1-én az Építéstudományi Intézet Bihari úti laboratóriumában sikerült elhelyezkednem, amelyben 1927–1948. között a fővárosi Anyagvizsgáló Állomás működött. Az Építéstudományi Intézetet 1948-ban alapították, feladata volt a háborús romokból újjáépülő ország építőiparának fejlesztése, korszerűsítése, szabályozása. A kőbányai anyagvizsgáló és kutató laboratórium vezetője ekkor Palotás László volt, akinek közvetlensége, egyenessége, oktatói készsége és felkészültsége pótolhatatlan segítséget adott a beilleszkedéshez és a mai napig meghatározta munkámat.

Tőle tanultam, mint ahogy valamennyien, az akkor ott dolgozó fiatal mérnökök mindegyike Tőle tanulta meg a szakszerű, hiteles és eredményes kutatás módszereit: a feladat kezdete előtt a lehető legalaposabb irodalmi tájékozódást, az irodalom kritikai elemzését, a vizsgálandó területek feltérképezését, a várható összefüggésekre vonatkozó hipotézis-alkotást, a kutatási program elkészítését, a vizsgálatok szabatos végrehajtásának szabályait, az eredmények értékelésének matematikai-statisztikai lehetőségeit, az összefüggések algoritmusai kidolgozásának igényét. Két évvel ezelőtt Popovics Sándor (professor emeritus, Drexel University, USA) a Palotás-díj átvétele kapcsán ugyancsak erre emlékezett vissza, de erre emlékezik minden volt kedves kollégám, akiknek szerencsénk volt Palotás László irányítása alatt dolgozni ebben az időben: György László, Székely Ádám, Buday Tibor és még sokan mások.

Szerencsésnek tartom magam, hogy fiatalon munkatársra lehettem és részese voltam azoknak a rendszeres szakmai beszélgetéseknek, amelyekre Palotás László naponta kora reggel időt szakított. Amit elérhettem, ennek az ösztönző indulásnak kell tulajdonítanom, például az 1967. évben megszerzett műszaki tudományok kandidátusa, valamint az 1989. évben megszerzett műszaki tudományok doktora címetek is.

Nem szeretném olvasóimat untatni azoknak a témáknak a felsorolásával, amelyekkel több, mint fél évszázados betontechnológiai kutatói és oktatói tevékenységem alatt Magyarországon és külföldön foglalkoztam. Akit érdekel, elolvashatja a hivatkozott irodalomban (Balázs Gy., 2005). A végzett munka legnagyobb része a magyar építőipar beton-technológiai korszerűsítésére, fejlesztésére és szabályozására vonatkozott, de lehetőségem volt 1971. és 1982. között több alkalommal külföldön is dolgozni, részben hazai megbízásra,

részben az UNIDO szakértőjeként (United Nations Industrial Development Organization, ENSZ Iparfejlesztési Szervezete). A következőkben részben a nemzetközi kapcsolatok során szerzett benyomásaimról szeretnék röviden beszámolni, részben azokról a kérdésekről szólok néhány szót, amelyek jelenleg foglalkoztatnak.

2. A NEMZETKÖZI KAPCSOLATOKBAN SZERZETT BENYOMÁSAIM

Az Építéstudományi Intézet a RILEM (Réunion International des Laboratoires sur les Essais des Matériaux et des Constructions) nemzetközi szervezet tagjaként a hatvanas évek közepén vállalta az első nemzetközi könnyűbeton szimpózium megrendezését 1967. kitűzött időpontra (Ujhelyi, 1967). Minthogy 1955.-1962. között a hazai könnyűbeton kutatás személyemhez kötődött, engem bíztak meg a szimpózium szervezésével. Négy területet jelöltem meg, amelyre előadások beküldését kértük. Ezek a következők voltak:

1. A könnyűbeton tulajdonságait befolyásoló tényezők és a beton összetételének a tervezési módszerei.
2. A könnyűbeton alapanyagok tulajdonságainak a vizsgálati módszerei.
3. A könnyűbeton keverékek, illetve a friss könnyűbeton tulajdonságainak a vizsgálati módszerei.
4. A megszilárdult könnyűbeton tulajdonságainak a vizsgálati módszerei.

Először 1965-ben adtuk a szimpózium megrendezéséről tájékoztatást és elküldtük a RILEM tagjainak a tématerületek ismertetését, kérve véleményüket. A válaszok egyetértettek a megjelölt témákkal, ezért 1966. elején ezekben a témákban kértünk előadásokra jelentkezést. Az egyes területekhez beküldött előadások száma – a fenti sorrendben – 16, 9, 5 és 22 volt, a világ minden részéből (USA, Kanada, Japán, Ausztrália, SZU, Európa 11 országa). Egy-egy témacsoportban generálreferátor ismertette az előadásokat és vonta le a következtetéseket, az előadók 5-5 percben adhattak kiegészítést. Generálreferátorok: 1. témacsoport: *Ujhelyi János*, 2. témacsoport: *Prof. Dr. M. Okusima* (Tokió), 3. témacsoport: *Prof. Dr. S. Reinsdorf*, (Dresden) és 4. témacsoport: *Prof. Dr. J. Stork* (Praha). A szimpózium előadásait a Magyar Tudományos Akadémia nagytermében tartottuk 1967. március 20.-24. között, a résztvevők (több, mint 240 fő) jelentős része valamennyi előadást meghallgatta. Meg kell jegyezni, hogy abban az időben még nagyon ritkán szerveztek ilyen nemzetközi rendezvényt.

Részben ennek a szimpóziumnak az eredményeként 1971.-1982. között a könnyűbeton alapanyagainak és technológiájának a témakörében először 1971-ben a kétoldalú kapcsolatok keretében foglalkoztam Kubában a könnyűbeton kutatásának és felhasználásának a megalapozásával, majd az UNIDO szakértőjeként több alkalommal dolgoztam Izlandban (1973. és 1975.), Mongóliában (1980.), Szíriában (1981.) és Jugoszláviában (1982.), ugyancsak a könnyűbeton alkalmazásának kialakításában, továbbá tendernyertesként 1974-1976-ban Törökországban a perlitvagyon kiaknázásában. Ebben az időszakban sok érdekes élményben volt részem és számos helyről

kaptam elismerő véleményt a végzett munkámról Izlandban, Törökországban és Szíriában.

E munkák során szerzett legfontosabb tapasztalatom az volt, hogy az új eljárások bevezetéséhez csak akkor lehet egy országban megfelelő fogadókészséget elvárni, ha az új eljárás nem sokkal korszerűbb, mint amilyeneket az adott országban a múltban is alkalmaztak. Több eredményt lehet elérni a környező fejlődő országokban ismert és begyakorlott eljárások átvételével, még ha azok nem is jelentenek fejlett technológiát, mint olyan modern eljárások bevezetésével próbálkozni, amelyekre az adott ország még nincs felkészülve.

Másik figyelemreméltó tapasztalatom volt az, hogy a pályázatok kiírói a legolcsóbb és a legdrágább ajánlatokkal érdemben nem foglalkoznak, hanem csak az átlagos költségek környezetében lévőket elemzik s ezek közül a tartalmát tekintve legértékesebbet próbálják kiválasztani. A török ETIBANK beruházó által kiírt perlit-tenderre készített ajánlathoz sok tapasztalatot szereztem korábban Izlandban, ahol volt alkalmam az izlandiak által meghirdetett hasonló pályázatra beérkezett ajánlatokat összehasonlítani. Mint ahogyan később a török partnerektől megtudtuk, ajánlatunkkal az átlagos költségek alapján foglalkoztak részletekbe menően.

Azt is érdemes megemlíteni, hogy abban a két országban volt sikertelen a munkám (és más szakértők munkája is), melyek az akkori szocialista rendszerekhez tartoztak (Kuba és Mongólia), ahol a szervezatlenség akkor jelentős gazdasági nehézségeket is okozott (pl. krónikus élelmiszerhiányt). Hiába lehetett itt is egy-két képzett, szorgalmas kollégával találkozni, sikeres munkájukat a központosított gazdaság megakadályozta. Ugyanakkor a nyitott gazdaságok (mindenek előtt Izland, de ide tartoztak Szíria, Törökország és Jugoszlávia is), gazdasági érdekeiket szem előtt tartva hatékonyan támogatták az új eljárások bevezetését.

Utolsó UNIDO megbízásom 1982-ben Jugoszláviában volt: belgrádi konferencia előkészítésében és lebonyolításában vettem részt, amelyet a fejlődő – főleg afrikai – országok számára rendeztek (Csorba Emánuel irányításával) a nem fém anyagok felhasználásának a témakörében. Ennek végső következtetése az volt, hogy a fejlődő országok vezető szakemberei jól képzettek, de szinte légüres térben dolgoznak az elmaradott háttérrel küszködve. Nem a fejlett országokból beszerezhető technológiák átvétele hozhat itt eredményeket, hanem az adott régióban kell megszervezni a tapasztalatcserét.

3. A BETONVIZSGÁLATI EREDMÉNYEK MATEMATIKAI-STATISZTIKAI ÉRTÉKELÉSE

A betonkeverékek minősítésében több, mint 30 éve tértünk át matematikai-statisztikai módszerekre s erre épül a jelenleg érvényes MSZ EN 206-1:2000 szabvány is. Már kezdettől fogva több alkalommal foglalkoztak ennek megbízhatóságával, és úgy tűnik, hogy még ma is sok nyitott kérdés van alkalmazhatóságát illetően. Ebből szeretnék néhányat megemlíteni.

3.1. Kérdések a tétellel kapcsolatban

A matematikai statisztika alapfeladata a véletlenszerűen változó statisztikai adatok, mérési eredmények feldolgozása, értékelése és azokból következtetések levonása. A beton minőségének az értékelésekor a statisztikai adat általában a nyomó-

szilárdság vizsgálatának az eredménye. Ha a nyomószilárdság esetről-esetre csak véletlenszerűen változik, akkor maga is valószínűségi változó, egy-egy nyomószilárdsági eredmény tehát a valószínűségi változó egy-egy megfigyelt, vizsgált értékének fogható fel. Az egymástól független vizsgálatokkal megállapított, véletlenszerűen változó, n számú nyomószilárdsági értékek összességét a matematikai-statisztika szóhasználatára szerint *mintának* nevezzük. A későbbi félreértések elkerülése érdekében meg kell jegyezni, hogy *vizsgálat-technikai* szempontból *mintának* a beton gyártása alatt egy-egy alkalommal meghatározott betontérfogathoz (pl. 50 m³-ből) elkülönített azt a kisebb betonmennyiséget nevezzük, amely az adott vizsgálathoz (pl. konzisztencia, betonösszetétel, kockaszilárdság stb.) szükséges.

A *minta*, azaz a nyomószilárdság valamennyi vizsgálati eredménye egy adott mennyiségű betonra (más szavakkal: minősítési egységre, alapsokaságra, tételre) vonatkozik. A tétel matematikai-statisztikai értékelése csak akkor megbízható, ha a minta elemeit (a szilárdság egyedi vizsgálati eredményeit) semmi olyan körülmény nem befolyásolja, amely azokat eltorzítaná. Az ilyen tételből vett mintát nevezzük *reprezentatív mintának*. Az n elemű, független és reprezentatív mintavétel matematikai-statisztikai szempontból azt jelenti, hogy n számú független és egyforma eloszlású valószínűségi változót vizsgálunk.

Az alapsokaságból (tételből) a mintát véletlenszerűen vesszük. Ebből következik, hogy az adott minta csak egyetlen megvalósulási módja az összes lehetséges mintának, a mintát alkotó mintavételi változóknak. Éppen ezért a mintából nem lehet biztos, hanem csak valószínű következtetést levonni, azaz csak *becsülni* lehet a paramétereket. Meg kell jegyezni, hogy a mintavétel akkor is véletlenszerű a nyomószilárdság vizsgálatát tekintve, ha a módját és a gyakoriságát előre meghatározzuk (pl. minden 100 m³ betonkeverékből 1 minta, vagy minden gyártási nap 1 vagy több minta stb.). A becslés akkor megfelelő, ha

- **hatásos;** az a becslés hatásosabb, amely – mint valószínűségi változó – kisebb mértékben ingadozik;
- **torzítatlan;** a becsléssel kapott értékek és a tényleges értékek között nincs semmilyen szisztematikus, egyirányú eltérés;
- **konzisztens;** a becsült érték ingadozása a minta elemszámának a növelésével csökken;
- **elégleges;** minden lényeges tájékoztatást tartalmaz a vizsgált paraméterre vonatkozóan.

Egy tételnek elvileg azt az azonos szilárdsági jelű betonmennyiséget lehet tekinteni, amelyen belül a szilárdságot meghatározó paraméterek és ezek hatása a nyomószilárdságra csak véletlenszerűen ingadozik. A szilárdságot meghatározó legfontosabb paraméterek a következők:

- a felhasznált alapanyagok fajtája és minősége, azaz a cement fajtája és szilárdsági jele, az adalékanyag fajtája, legnagyobb szemmagysága, szemmegoszlása, szemalakja és szennyezettsége, az adalékszer és a kiegészítő anyagok fajtája;
- a beton összetétele, azaz keverési aránya, ezen belül minde- nek előtt a víz és a cement aránya, a víz-cement tényező;
- a betonkeverék bedolgozhatósága, mozgékony-sága, összetartó képessége, alakíthatósága, tehát a konzisztencia osztálya;
- a betonkeverék készítése és szállítása, ezen belül a keverőgép fajtája, a keverés időtartama, a szállítóeszköz fajtája és a szállítás időtartama;
- a beton bedolgozása (amely a tömörséget és ennek egyenletességét befolyásolja), az utókezelés módja, a környezeti

hőmérséklet (mindenek előtt a szilárdulás kezdeti időszakában, az első hét nap alatt), amely a hidratáció mértékét határozza meg.

Ha a fenti tényezők bármelyike a szabványokban megengedett mértéken túlmenően megváltozik, akkor az eltérő betonkeveréket már külön tételbe kellene sorolni. Ha nem ezt tesszük, akkor a szilárdsági szórás értékét nem tekinthetjük szabatosnak, mert a szórás olyan tételből származó mintákon kell meghatározni, amelyre fennáll a becslés *hatásosságának*, *torzítatlanságának*, *konzisztens* és *elégséges* voltának meg van a lehetősége.

Alkalmam volt megvizsgálni 1978-ban a betonok szilárdsági szórását és eloszlását a fenti feltételeket kielégítő, laboratóriumban készített tételekkel (Ujhelyi, 1978). Az eredményekből arra lehetett következtetni, hogy a szilárdsági szórás független a beton átlagos nyomószilárdságától, és ez egybevág a CEB-CIB-FIP-RILEM (1974) ajánlásával és az ASTM (1993/2) adataival, értéke $s \leq 2 \text{ N/mm}^2$.

Ezek előrebocsátása után felmerül az a kérdés, hogy a gyári betonok sorozatgyártásából származó vizsgálati minták meddig tekinthetők a fenti feltételeket kielégítő, egy tételből származó mintáknak? A gyári betonok szórásának vizsgálatokor lehetséges-e minden további nélkül csak a szilárdsági jel és a tervezett összetétel azonosságát kielégítő keverékekre támaszkodni, vagy további feltételeket is elő kell-e írni? Melyek a tételbe tartozás ama feltételei, amelyek meglétét egyszerű vizsgálatokkal lehet ellenőrizni? Milyen következményei vannak a beton és vasbeton szerkezetek teherviselő képességére, illetve a betonkeverékek gazdaságos készítésére annak, ha a szilárdsági szórásokat vegyes tételekből határozzák meg? Ezt figyelembe véve mennyiben fogadható el az MSZ EN 206-1 előírása a legalább 35 minta vizsgálatából számított szórásra?

3.2. Kérdések a vizsgálatok megbízhatóságával kapcsolatban

Az építőanyagok vizsgálati módszereinek a megbízhatóságával 1952-1953-ban kezdünk foglalkozni Popovics Sándor kezdeményezésére, a minősítő cement-, beton- és téglavizsgálatok kapcsán. Már ezek a kezdeti elemzések is rávilágítottak arra, hogy a vizsgálati eljárásnak, illetve az anyag minőségének tulajdonítható szórás el kellene választani egymástól, de erre a szakirodalomban sincs eljárás. Ezért megkerestük a Magyar Tudományos Akadémia Alkalmazott Matematikai Intézetét, ahol Sarkadi Károly (akadémikus) ajánlott statisztikai számítási módszert e két hatás elkülönítésére a következő képletek segítségével:

$$s_a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} + \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (x_{ij} - \bar{X}_i)^2}{n \cdot k(n-1)}}$$

$$s_v = \sqrt{s^2 - s_a^2}$$

ahol

s_a = a vizsgált anyag minősége által okozott szilárdsági szórás, N/mm^2

s_v = a vizsgálati módszer bizonytalanságából adódó szilárdsági szórás, N/mm^2

s = a szilárdságvizsgálati eredmények teljes szórása, N/mm^2

n = a vizsgálatok száma,

k = egy minta vizsgálati próbatesteinek a száma (általában 3),

x_{ij} = az i -dik minta vizsgálatából kapott j -dik mérés eredménye, N/mm^2 ,

\bar{X}_i = az i -dik minta átlagos nyomószilárdsága, N/mm^2 ,

\bar{X} = a teljes szilárdságvizsgálati átlag, N/mm^2 .

Ezt az eljárást felhasználva arra az eredményre jutottunk (Popovics-Ujhelyi, 1953), hogy pl. a betonkockák szabványos vizsgálatokor mintegy 2/3 az anyagminőség és mintegy 1/3 a vizsgálati eljárás okozta szórás. Ebből arra lehet következtetni, hogy ha adott betonkeverék minőségének az ellenőrzésekor például $s = 5 \text{ N/mm}^2$ nyomószilárdsági szórásst kapunk, akkor ebből csak 3 N/mm^2 a beton egyenlőtlenségének, míg 2 N/mm^2 a vizsgálati eljárás megbízhatóságának tulajdonítható szórás.

Jogosan merül fel ezután az a kérdés, hogyan kell szabatosan, megbízhatóan kiszámítani a vizsgálatok eredményeként kapott $s = 5 \text{ N/mm}^2$ szórás esetén a beton jellemző szilárdságát: $X_k = \bar{X} - 1,645 \cdot s$ vagy $X_k = \bar{X} - 1,645 \cdot s_v$? Az átadó (betonkeverék-gyártó) az utóbbira, az átvevő (a statikus) az előbbire szavaz. Ez azonban nem népszavazás kérdése, hanem műszaki probléma, amelynek jelenleg még nincs megoldása. Kérdés, hogy milyen vizsgálatokra van szükség ennek a kérdésnek a megválaszolására?

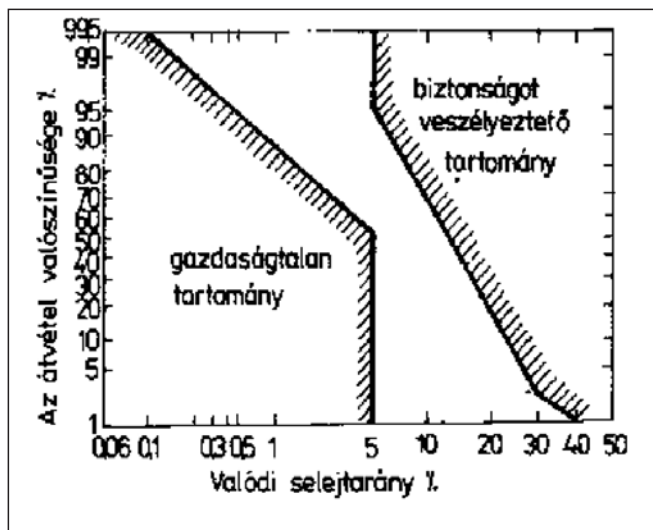
3.3. Kérdések a vizsgáló laboratórium pontosságával kapcsolatban

Az ASTM szabványok már a hetvenes évek végén foglalkoztak a betonvizsgálatok eredményeinek várható szórásával (ASTM 1993/1) attól függően, hogy egy kezelő vizsgálja-e ismételtlen az adott, változatlan szilárdsági jelű betonkeverékek mintáit (*egykezelői pontosság*), vagy több laboratórium vizsgál (*többlaboratóriumi pontosság*). Ezekből számszerű eredményeket kaptak átlagosan az egykezelői szórásra $1,3 \text{ N/mm}^2$ -t, a többlaboratóriumi szórásra $2,4 \text{ N/mm}^2$ -t állapítottak meg. Szegő Józseffel közös vizsgálataink során (Ujhelyi-Szegő, 1995) azt állapíthattuk meg, hogy az *egykezelői pontosság* vizsgálata alkalmas módszer egy-egy kezelő (laboráns) munkája szakszerűségének, szabatosságának, az adott laboratórium vizsgálati megbízhatóságának a felmérésére.

A laboratóriumok vizsgálati alkalmasságának az akkreditálása során jelenleg csak az adminisztráció megfelelőségét ellenőrzik (van-e *Minőségügyi Kézikönyv*, megfelelőek-e a használt nyomtatványok, megtekinthetők-e a végzettséget igazoló iratok stb.) Sajnos azonban jelenleg nincs hazai szabályozás ezekre a szabatossági (jártassági) vizsgálatokra, és a hazai anyagvizsgáló laboratóriumok többségében nem is vizsgálják ezt a jellemzőt. Ha azonban a betonszilárdság minősítő vizsgálata során nem ismerjük az adott laboratórium vizsgálati pontosságát, kérdés: hogyan lehet megbízhatóan következtetni az eredményekből a minősítendő beton átvételére vagy elutasítására?

3.4. Kérdések az átadás-átvétel valószínűségével kapcsolatban

A megfelelőség követelményeit az ún. *Operating Characteristic (OC)* görbék alapján lehet értékelni. Ezt 1974 évben a CEB-CIB-FIP-RILEM (1974) munkabizottsága javasolta általános alkalmazásra. Azóta ezt a görbét használja a világ betonipara a megfelelőségi követelmények, illetve a minőségellenőrzési rendszerek gazdaságosságának és megbízhatóságának az értékelésére. Az *OC* görbe az átvétel javasolt valószínűségét a valódi selejtarány függvényében mutatja az 1. ábrán bemutatott módon. Ennek megfelelően 5 % selejtarány mellett az átvétel



1. ábra: A CEB-CIB-FIP-RILEM által javasolt tartomány a megfelelésre

valószínűsége legalább 50 % legyen, míg pl. 0,1 % selejtarány mellett 99,5 % átvételi valószínűség helyénvaló. Ha az átvétel valószínűsége a megadott értéknél kisebb, akkor a megfelelési követelmények *gazdaságtalanok*. Ezen túlmenően 5 % selejtarány mellett az átvétel valószínűsége 95-100 % lehet, de pl. 30 % valódi selejtarány esetén ne legyen több 2 %-nál. Ha a megfelelési feltételek az átvételt ennél nagyobb valószínűséggel engedik meg, akkor *veszélyben* van a beton vagy vasbeton szerkezetek *biztonsága*. A valódi selejtarányra általában 5 %-ot tételezünk fel.

Az átvétel valószínűségét az átvételi feltételekkel lehet szabályozni, mégpedig az R_k jellemző szilárdság kiszámítására használt k szorzótényező értékével. A korábbi magyar szabvány (MSZ 4720) $R_k \geq (R - 1,645 \cdot s)$ képlete alapján az átvétel valószínűsége 50 % (azaz éppen nem gazdaságtalan), míg az MSZ EN 206-1 (2002) szabvány $R_k \geq (R - 1,48 \cdot s)$ képlete 70 % átvételi valószínűséget jelent (ami az 1. ábrából láthatóan még mindig nem veszélyezteteti a biztonságot).

Ezek a szabályok több kérdést is felvethetnek. Egyik az, hogy milyen valódi selejtarányt szabad (vagy lehet) feltételezni a betonkeverékek folyamatos készítésekor? Indokolt-e 5 % felvétele rendszeres minőség-ellenőrzés mellett, vagy célsze-

rűbb-, gazdaságosabb-e a tényleges vizsgálati eredmények birtokában meghatározni az adott termelőhelyen várható valódi selejtarányt? Másik az, hogy milyen következményekkel jár az átvétel valószínűségének a változtatása egyrészt a szerkezetek biztonságát, másrészt a minőségi követelmények gazdaságosságát mérlegelve? Úgy tűnik, hogy ezekben a kérdésekben – vizsgálatok nélkül – nem lehet dönteni.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A fentiekben ismertetett kérdésekre adott megalapozott válaszok nélkül, a betonok átvételére vagy elutasítására csak nagyvonalú és vitatható becslések alapján lehet válaszolni. Úgy tűnik, hogy ez a bizonytalanság az új európai szabványokban is tükröződik, és az idevágó elemzéseket fontos lenne áttekinteni. Hasznos lenne, ha a betonszerkezetek tervezésében és készítésében résztvevők megkísérelnék ebben a közös gondolkodást, amelyhez hozzásegíthetne pályázattal támogatható megbízás megszerzése. Ezt a munkát Palotás László emlékének lehetne ajánlani, aki hazánkban elsőként foglalkozott a beton minőségének matematikai-statisztikai értékelésével.

5. HIVATKOZÁSOK

- ASTM (1993/1): Standard Practice for Preparing and Bias Statments for Test Methods for Construction Materials. C 670
- ASTM (1993/2): Standard Practice for Use the Terms Precision and Bias in ASTM Test Methods. E 177
- Balázs Gy. (2005): Beton és vasbeton VI. A kutatás története II. *Akadémiai Kiadó*, Budapest, pp 416-420
- CEB-CIB-FIP-RILEM (1974): Recommended Principles for the Control of Quality and Judgement of Acceptability of Concrete. *Instituto Eduardo Torroja*, Madrid, December
- MSZ EN 206-1:2002 Beton. 1.rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés
- Popovics, S.–Ujhelyi, J. (1953): Minősítő betonokocka vizsgálatok matematikai-statisztikai értékelése. *Kutatási Jelentés, ÉTI*, Budapest, március
- Ujhelyi, J. (1967): Méthodes d'essais et d'études des bétons aux aggrégats légers. Rapport du RILEM Colloque. *ÉTI*, Budapest
- Ujhelyi, J. (1978): A betonok szilárdsági szórása és gyakorisági eloszlása. *Kutatási Jelentés. ÉTI*, Budapest. november
- Ujhelyi J. – Szegő, J. (1995): Pontosság és torzítás. Referencia laboratóriumok. *Kutatási Jelentés az OMFB részére, Betonolith K+F Kft.* Budapest, november

VASBETONELMÉLETI KUTATÁS ÉS TERVEZŐMÉRNÖKI GYAKORLAT



A Palotás László-díj elnyerése alkalmából a szerző saját kutatási munkáját foglalja össze. E kutatás színhelye éppen a Budapesti Műszaki Egyetem Építőipari Laboratóriuma volt. E cikk a szerző tervezőmérnöki gyakorlatának legjelentősebb eredményeit és egyéb tevékenységének fő elemeit is szemlélteti.

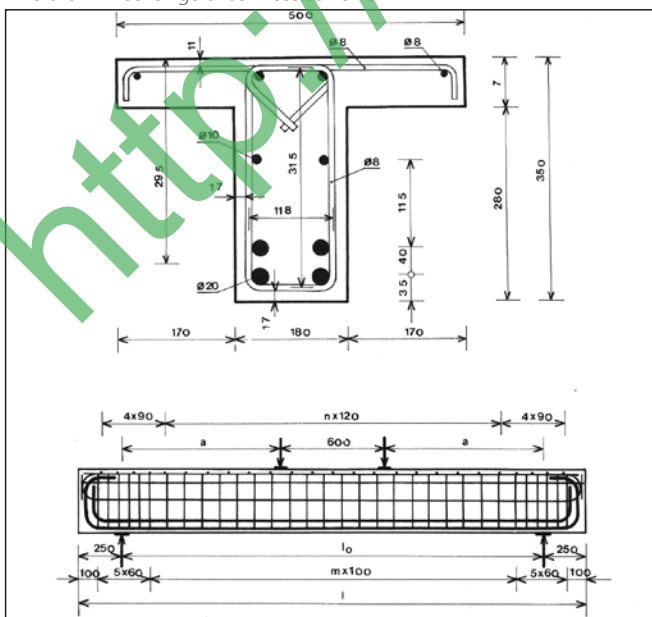
Kulcsszavak: hajlítás, nyírás, csavarás, vasbeton tartók, teherbírás, kölcsönhatási felület, hidtervezés, műszaki ellenőri munka, pályázati terv, részleges feszítés

1. HAJLÍTOTT, NYÍRT ÉS CSAVART VASBETONTARTÓK TEHERBÍRÁSA

1.1 Bevezetés

A hetvenes évek elején egyre több kutató foglalkozott csavarással, illetve annak a vasbeton gerendákra való hatásával, valamint összetett igénybevétellel (hajlítás, nyírás, csavarás). Másrészt, hajlítás és nyírás kölcsönhatását nagyjából elegendő mélységben kutatták már, különösen a nagy *stuttgarter kísérletek* folyamán (Leonhardt és Walter, 1962). Ilyen körülmények között kézenfekvő volt további csavarási kísérletekkel hozzájárulni ennek a rendkívül bonyolult problémának a tisztázásához. Az addigi kísérletek zöme ráadásul csak a négyszög keresztmetszetű gerendákra vonatkozott. A nagyon gyakori T-keresztmetszetű tartókra nemcsak, hogy nem volt ismeretes megfelelő számítási eljárás, de az elvégzett kísérletek száma is rendkívül kicsi volt. Ezért T-alakú gerendákat választottunk. Mivel az akkor új laboratóriumban megvoltak a szükséges berendezések és, ami még fontosabb, segítőkész volt a labor

1. ábra: A kísérleti gerendák vasalási terve



1. táblázat Kísérleti gerendák méretei, vasalása

| Sorozat | Teljes hossz l [m] | Feszítáv l ₀ [m] | Nyírási támaszköz a [m] | A vasbetétek közének a száma | |
|---------|--------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------|
| | | | | Kengyelek, m | Lemez betétek, n |
| A | 4,70 | 4,20 | 1,80 | 30 | 30 |
| B | 2,90 | 2,40 | 0,90 | 21 | 17 |
| C | 2,00 | 1,50 | 0,45 | 12 | 9 |

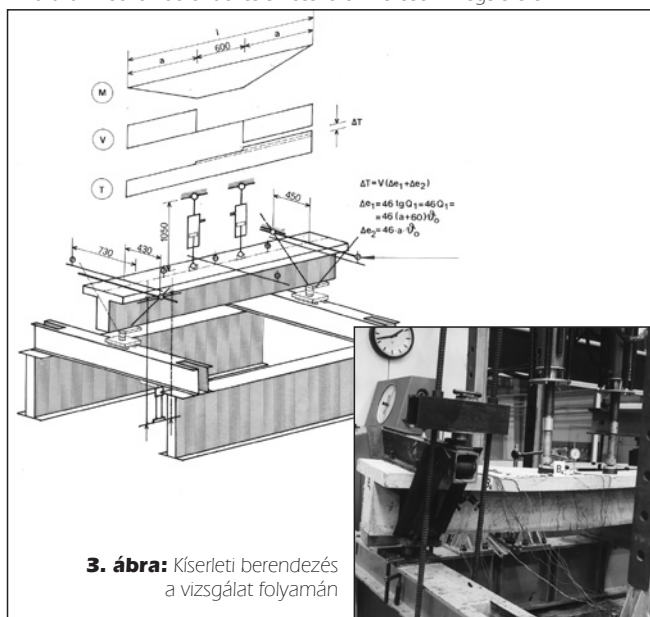
személyzete, dr. Tassi Géza vezetésével, nekiálltam a kemény munkának – 9,5 hónapig dolgoztam csak a kísérleteken 1975-1976-ban.

A kísérletek alapján írtam először műszaki doktori értekezést 1978-ban (Marić, 1978) és annak alapján műszaki doktori címet szereztem a BME-n. Ezután a témát továbbfejlesztettem és méretezési eljárás számára kidolgoztam a kutatási eredményeket. Az ennek alapján írt második értekezéssel a műszaki tudományok doktora lettem a Zágrábi Egyetem Építőmérnöki Karán 1982-ben (Marić, 1982).

1.2 A kísérleti program

Tizenöt T-keresztmetszetű gerendát vizsgáltunk, három hosszúsági csoportba osztva, (1. ábra, I. táblázat). Közülük kettőt tiszta csavarásra, három hajlításra (három eltérő M/V_h aránnyal) és tíz gerendát különböző M/T ill. T/V_h arányú összetett igénybevételre. A keresztmetszet méreteit, alakját, a beton szilárdságát, a vasalás mennyiségét és elrendezését állandónak terveztük. Változó értéként az ún. nyírási támaszközt választottuk, mivel az mértékadónak bizonyult a fent említett stuttgarter kísérleteknél. Ennek révén több különböző T/M ill. T/V_h arány jött létre. Több teherfokozatban mértük a vasbetétek nyúlását, a betondeformációt, valamint azokat az elmozdulásokat, amelyekből a lehajlásokat és elcsavaródásokat kiszámíthattuk. A kísérleti berendezést vázlatosan mutatja a 2. ábra, a 3. ábrán pedig a kísérleti munka közben látszik a vizsgálati berendezés. Csavaró nyomatékot a gerenda egyik

2. ábra: Kísérleti berendezés az összetett hatások vizsgálatára



3. ábra: Kísérleti berendezés a vizsgálat folyamán

végén alkalmaztunk, a másik oldalon pedig a gerendák be voltak fogva. Ez a kísérleti berendezés a programmal együtt részletesebben is megtalálható (Erdélyi, Marió, 1976).

1.3 A gerendák viselkedése

A gerendák nem voltak terhelve a törésig, hanem a teherbírásig. Ez azt jelenti, hogy addig növeltük az olajnyomást, amíg elértük azt a pontot, amelynél a deformáció növekszik, de a teher nem. Azért nem mindig lehetett a törési helyet valamint a többi törésre jellemző adatokat pontosan meghatározni és gyakran a törési típust sem. Mégis két gerendánál kimondottan látható volt az első törési típus (ferde nyomott zóna) valamint a második törési típus (erős repedésnyílás egy bordaoldalon) négy gerendánál. Természetesen, a tiszta csavarással igénybevett gerendáknál megjelent a harmadik törési típus, bár szemmel nem volt azonnal észlelhető – de a kengyeleken végzett nyúlásmérések alapján bizonyítható volt.

A repedések két csoportba oszthatók. Az elsőbe azok tartoznak, amelyek tiszta hatással (pl. csavarással) vannak kapcsolatban, és a többi hatástól függetlenül jelentkeznek, és metszik a többi hatástól adódó repedéseket. Mások tükrözik az együttes hatást – az „eredőirányúak”. Az az érdekes, hogy ugyanazon a gerendán mindkét típus jelentkezett. Szintén jelentős eredmény, hogy a tiszta csavarásnál a lemezben lévő betétek (a bordán kívül) szintén részt vesznek a teherbírásban. Nyúlásmérések pedig azt mutatták, hogy jelentős átrendeződés megy végbe, méghozzá, a teher növekedésével egyre jelentősebb.

1.4 A teherbírás számítása

A szakirodalomban általában két elmélet található az összetett hatások alatti teherbírásra: a térbeli rács elmélete és a torzult törési felület elmélete. Mindkét esetben három törési séma lehetséges, attól függően, hogy a törési nyomott zóna hol jelentkezik. E kísérletek folyamán is ez bebizonyult. Olyan törési sémákat feltételezve (4. ábra), valamint a következő szokásos mechanikai feltevések mellett:

- minden vasbetétben, amelyet metsz a kritikus spirális repedés fellép a folyási határ,
- nyomott zóna súlypontja a kengyel megfelelő kar tengelyén található,
- a repedés kritikus gerendatengelyhez viszonyított hajlásszögének a kotangense az ún. nyírófolyam (shear flow) erősségével arányos.

Három törési alakhoz három különböző kölcsönhatási egyenlet tartozik:

- az első:

$$\frac{M}{M_{01}} + \left(\frac{T}{T_{01}}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_{01}}\right)^2 = 1 \rightarrow \text{paraboloid}$$

- a második:

$$\left(\frac{T}{T_{02}} + \frac{V}{V_{02}}\right)^2 = 1, \text{ azaz } \frac{T}{T_{02}} + \frac{V}{V_{02}} = 1 \rightarrow \text{ellipszoid (sík)}$$

- a harmadik:

$$-\frac{M}{M_{03}} + \left(\frac{T}{T_{03}}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_{03}}\right)^2 = 1 \rightarrow \text{paraboloid}$$

A fenti egyenletekben a jelölések a következők:

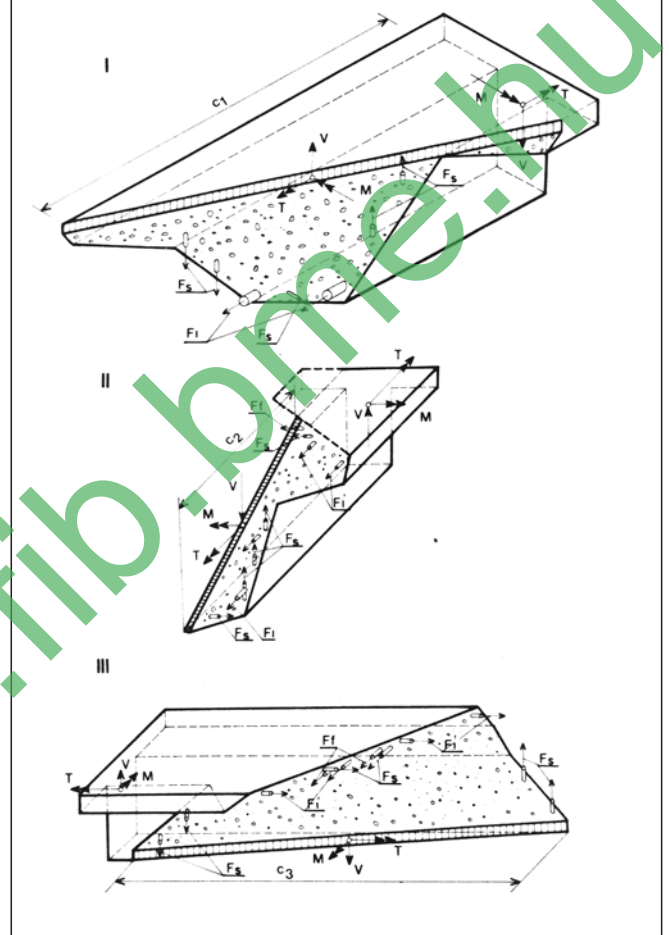
M – hajlítónyomaték; M_{0i} – a megfelelő törési sémához tartozó nyomatéki teherbírás tiszta hajlítás eseténél,

T – csavarási nyomaték; T_{0i} – tiszta csavarási teherbírás a megfelelő törési sémánál,

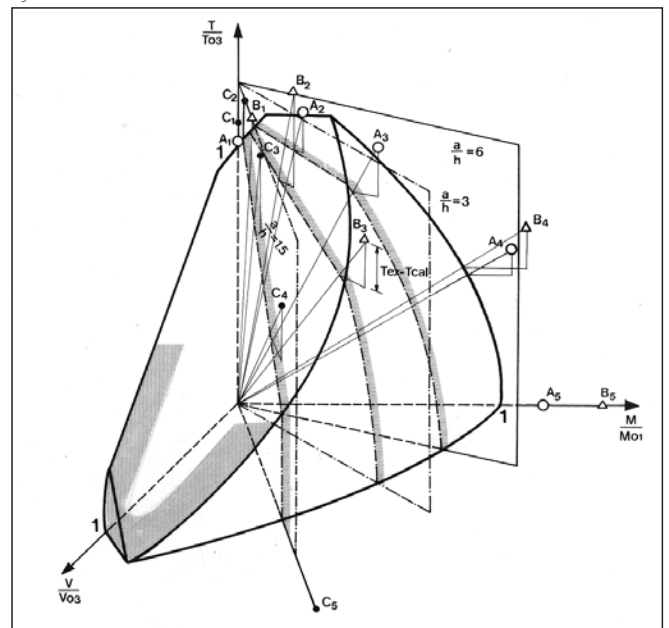
V – nyíró erő; V_{0i} – tiszta nyírási teherbírás a megfelelő törési sémánál.

Ezen egyenletek alapján szerkeszthetünk az ún. komplex teherbírási felületet, ami az a felület, amely mindhárom törési sémához tartozó teherbírási felületen belül van. Ez a tulajdonképpeni teherbírás – más szóval kölcsönhatási felület (interaction surface, 5. ábra). E felület az első ill. harmadik sémához tartozó paraboloidok, valamint a második sémához tartozó sík határozzák meg. Az ábrán feltüntetettük a kísérletek során vizsgált gerendák esetéhez tartozó ilyen komplex felületet és kísérleti gerendákon mérésrel meghatározott teherbírását jellemző pontokat is.

4. ábra: A törési sémák axonometrikus képei



5. ábra: A kölcsönhatási felület axonometrikus képe a kísérleti eredményekkel összehasonlítva



1.5 Megállapítások

Az elvégzett kísérletek célja az volt, hogy hajlító- és csavarónyomatékkal valamint nyíróerővel igénybevett T-keresztmetszetű vasbeton gerendák teherbírási felületeit **alakra helyesen** megállapítsuk. Ez nagyjából jól sikerült. Az így módon kapott eredményeket összehasonlítottuk saját kísérleteink (5. ábra) és néhány más kutató kísérleteinek eredményeivel. Általánosságban elmondhatjuk, hogy a számítási és kísérleti eredmények között igen jó az egyezés. Természetesen sokkal több kísérleti eredmény lenne még szükséges ahhoz, hogy teljesen megbízható ítéletet lehessen alkotni a javasolt eljárásról. Továbbá, az mutatkozott meg, hogy térbeli rács analógia alkalmazható az összetett keresztmetszetű vasbeton gerendákra is, ha vasalásuk nem tér el lényegesen a megfelelő négyzetű keresztmetszetű gerendákétól (ami az általános gyakorlati eset). A nyomott elemek vastagságára vonatkozó *Lampert*-féle kritérium – amit a CEB ajánlásába is bevettek a hetvenes évek végén – túl szigorúnak bizonyult.

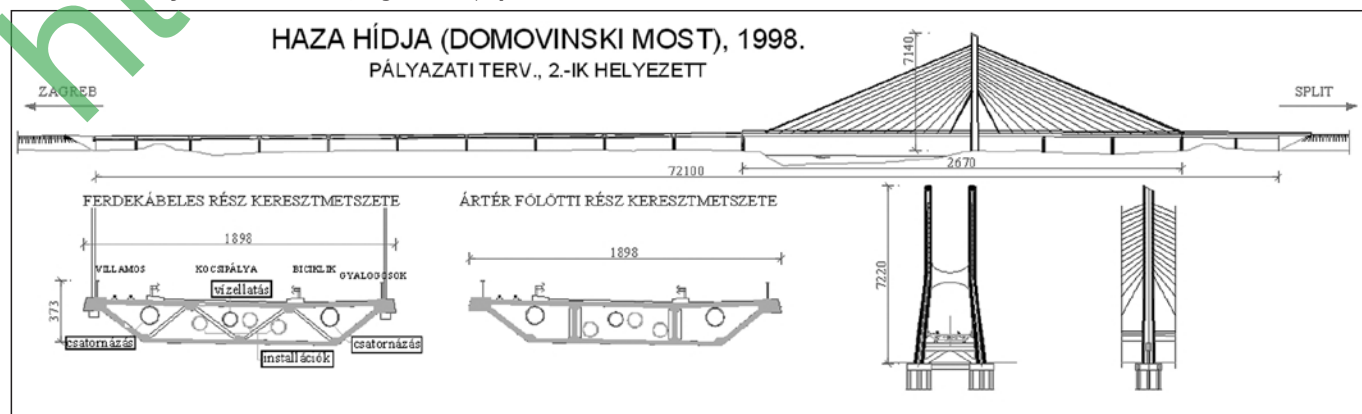
Ezzel kapcsolatban azt is kell mondanunk (majdnem harminc év alatt szerzett tapasztalat és irodalom-tanulmányozás alapján), hogy egyre kevésbé érvényesek azok az alapfeltevések, amelyek szükségessé tették ezeket a kísérleteket. Nevezetesen, mivel a vasbeton szerkezetek **tartósságának** a fontossága a legjelentős tényezők egyike lett és a legegyszerűbb mód ennek eléréséhez robusztusabb szerkezetek tervezése (tehát, elsősorban a keresztmetszet növelése, nemcsak a betonfedésé), azóta a vasbeton szerkezetek egyre kevésbé érzékenyek a csavarásra. Ezzel magyarázható, hogy ebben az időszakban lassan csökken a csavarás iránti érdeklődés és a megfelelő kutatások is. Ilyen értelemben a méretezési módszer, amelyet a hajlítás és nyomás kölcsönhatására vonatkozó méretezési módszer példaképeire fejlesztettem (Marić, 1982) szintén hasonló mértékben elvesztette aktualitását.

2. TERVEZŐMÉRNÖKI TEVÉNYKÉDÉSEM

2.1 Néhány személyi adatom

Posušjében, Bosznia-Hercegovinában születtem 1944. április 1-jén. Diplomámat 1968-ban szereztem a Zágrábi Egyetem Építőmérnöki karán. Mérnöki tevékenységemet 1968-ban kezdtem a Hidrotehna nevű vállalatnál Károlyvárosban, ahol 15 hónapig helyszíni művezető voltam. Azután (11 hónapos katonai szolgálat után) átmentem a Horvátországi Építőmérnöki Intézethez, ahol először betontechnológiával foglalkoztam (15 hónapig), majd tervező és irányító tervezőként dolgoztam a Hidrirodában 27 évig (1984-1989. között irodavezetőként).

8. ábra: Haza híja (Domovinski most) Zágrábban – pályázati terv



6. ábra: Mrzlići völgyhíd Isztriában



7. ábra: Jamani völgyhíd Split környékén

1975-ben magyar ösztöndíjat kaptam és 9,5 hónapig a BME Építőipari Laboratóriumában dolgoztam. Az alatt az idő alatt végeztem az előzőekben ismertetett kísérleti munkát. Mint már említettem, annak alapján műszaki doktori címet szereztem 1979-ben. Ennek az értekezésnek további feldolgozásával 1982-ben a műszaki tudományok doktorának címét szereztem Zágrábban. 1977. óta oktatásban is tevékenykedtem az ottani Építőmérnöki karon. Először tanársegédként a Hidak tanszékén, majd a Vasbetonszerkezetek tanszékén. 1983-ban docens lettem feszített beton tárgykörben, majd öt évvel később rendkívüli professzor. 2004. óta Eszéki Egyetem Építőmérnöki karán dolgozom rendes professzorként hidak és feszített beton témakörben. 1985-1986-ban Algériában, műszaki segélyszolgálat keretében, a SEROA nevű cégnél, irányítótervezőként dolgoztam. 1998-2002. között a Horvát Köztársaság Főkonzulátusánál, Pécsset, a főkonzul tisztségét töltöttem be.

2.2 Jelentősebb műszaki terveim

Hídtervezés területén elsősorban vasbeton és feszített beton szerkezeteket terveztem. Építési terveim közül kiemelhetők

a következők:

- három felüljáró az Učka alagut – Lupoglav összekötő úton (Isztria),
- három felüljáró az Algir várost elkerülő autópályán,
- négy felüljáró a Zágráb – Belgrád autópályán,
- hat völgyhíd a Lupoglav – Cerovlje összekötő gyorsforgalmi úton (Isztria) – részleges feszítés első alkalmazása Horvátországban, (6. ábra),
- négy felüljáró a Solin – Klis összekötő gyorsforgalmi úton, (7. ábra),
- két vasúti felüljáró, Károlyvárosban és Eszéken – a hídépítés forgalom alatt folyt.

Továbbá tíz különböző híd előtervét készítettem el, valamint 15 különféle horvátországi közúti híd, majd 26 vasúti híd tervét Algériában (az Ain Tounta – M'Sila vasútvonalon) és egy híd az Indusz folyam fölött (Pakisztán) vázlattervét dolgoztam ki. Javítási-felújítási tervekkel szintén foglalkoztam. Így tíz különböző hazai híd ilyen tervét készítettem el. Ebből kiemelve:

- Mura híd Letenyénél,
- Pag szigeti híd (háború alatti bombázás után),
- Vir szigeti híd (erősítése külső kábelekkkel).

Rezidens műszaki ellenőrként is dolgoztam, és ezen a területen legjelentősebb munkám a szkradini ívhídon (Zágráb – Split autópálya) volt (Marić, Šavor, 2005). Ezen kívül több mint száz hídterv műszaki ellenőrzését végeztem el. Ezek közül kiemelném a következőket:

- Maszlenicai vasbeton ívhíd (Zágráb – Split autópálya),
- a Split – Dubrovnik autópálya hídjai,
- a Budapest – Eszék – Sarajevo – Ploče autópálya horvátországi szakasza.

Egy pályázati tervet is készítettem: a Haza hídjai Zágrábban, amely ferdekábelees vegyes forgalmú (gépjármű és villamos), 32 m szélességű, 142 m feszítvű híd (8. ábra). A terv második helyezett volt a hét pályázó közül.

3. EGYÉB TEVÉKENYSÉGEM

Több mint 50 cikk jelent meg hazai és négy cikk külföldi folyóiratokban, valamint kb. 30 cikk hazai és 15 cikk nemzetközi konferenciák kötetében. Négy fejezetet írtam szakmai könyvekben (Marić, 1988; Fuzier, 2000; Marić, 1997, 2003). Három nyomtatott FIP National Reportot szerkesztettem (egy jugoszláv – Hamburg 1990. és két horvát – Washington 1994. és Amsterdam 1998.).

Aktív tagja voltam szakmai tudományos testületeknek. A következőknek most is tagja vagyok:

- a Horvát műszaki akadémia munkatársa,
- a *fib* horvát tagozata (alapítója 1992-ben és azóta 1998-ig titkára),
- a *fib* magyar tagozata 1998. óta,
- Horvát szerkezetépítő mérnökök szövetsége,
- Horvát útépítő mérnökök szövetsége,
- Horvát központi kulturális egyesület (Matica hrvatska),
- Horvát diplomata klub.

Műszaki bizottságok (MB) tagja is voltam:

- CEB Méretezési MB 1987-1991. között,
- FIP Commission 10 1995-1998. között – e bizottság munkásságának az eredménye az a *fib* kötet (Fuzier, 2000) amelynek a kidolgozásában én is részt vettem.

Gazdag tapasztalatot szereztem folyóirat szerkesztésében is. Így a *Ceste i mostovi* (Utak és hidak) című folyóiratban 15 évig szerkesztőbizottsági tagja voltam, 1983-1998. között (közben öt évig főszerkesztő helyettese voltam), majd főszerkesztőként dolgoztam 2002-2004. között.

* * * * *

Szakmai pályám olyan volt, hogy inkább hídtervezéssel és oktatással foglalkoztam, a kutatással kevésbé. Mégis, egy kutatási témának is szenteltem az időt: a részleges feszítésnek. Ezzel kapcsolatban sikerült kifejleszteni (egy fiatalabb kollégámmal együtt) egy számítási programot, az Amin Ghali-féle elmélet alapján, a repedés fellépte utáni acélfeszültségek meghatározására, amely Horvátországban, a német SOFISTIK nevű program megjelenése előtt, egyetlen gyakorlati segédeszköz volt a tervezésben.

4. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton is köszönetemet fejezem ki a Palotás László-díj kura-tóriumának. Számomra különös értékű az elismerés, minthogy a magyar szakközségektől, magyar szakemberektől kaptam az indíttatást, amelynek segítségével döntő ismereteket szereztem harminc évvel ezelőt. Külön szerencsémnek tartom, hogy akkor személyesen megismertem a díj névadóját, akitől értékes útmutatásokat kaptam a kutatómunkámhoz.

Azóta sok okos tanárral, tapasztalt, segítőkész kollégával találkoztam. Mégis, nyugodtan mondhatom, hogy senki nem tett értem ennyit, mint dr. Tassi Géza, egyetemi tanár. Sőt, biztatása nélkül valószínű, hogy sohasem lennék doktor. Ez alkalommal is szeretnék hálás köszönetet mondani, kedves Géza bácsinak.

5. HIVATKOZÁSOK

- Erdélyi, L., Marić, Z.: A method of testing reinforced concrete T-beams in combined bending, shear and torsion. Periodica Polytechnica, Civil Engineering – Строительство, Vol. 20, No. 3-4, 149-152.
- Fuzier, J.-F. (szerkesztő): *fib* Technical Report, bulletin 17, april 2000: Management, maintenance and strengthening of concrete structures.
- Leonhardt, F., Walther, R.: Schubversuche an einfeldrigen Stahlbetonbalken mit und ohne Schubbewehrung zur Ermittlung der Schubtragfähigkeiten und der oberen Schubspannungsgrenze. DafStb, H. 151, Berlin 1962. pp. 83.
- Marić, Z.: Hajlított, nyírt és csavart vasbetontartók teherbírása. Műszaki doktori értekezés. BME Építőmérnöki Kara, Budapest 1978.
- Marić, Z.: Nosivost armiranih betonskih greda presjeka T pod djelovanjem savijanja, torzije i poprečne sile (Hajlított, csavart és nyírt T-keresztmetszetű vasbetongerendák teherbírása). Doktorska disertacija, Građevinski institut, Fakultet građevinskih znanosti, Zagreb 1982.
- Marić, Z.: Prednapeti (prednapregnuti) beton. Tehnička enciklopedija, JLZ, Zagreb 1988. XI. svezak, 57-72. (Feszített beton. Műszaki enciklopédia, XI. kötet, 57-72).
- Marić, Z.: Europropis 1: osnove proračuna i djelovanja na sklopove (Eurokód 1: a számítás alapjai és a szerkezetekre való hatások). Građevinski godišnjak '97 (Építőmérnökök évkönyve), Hrvatsko društvo građevinskih inženjera, Zagreb 1997. 27-83.
- Marić, Z.: Recent developments in the concrete bridge construction in Croatia. Tartószerkezeti kutatások / Évfordulós kötet Lenkei Péter tiszteletére. Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki Főiskolai Kar, Pécs 2003, 182-196.
- Marić, Z., Šavor, Z.: The bridge over the Krka river on the Zagreb – Split motorway. Concrete Structures, Vol. 6 (2005), 47-51.

REINFORCED CONCRETE RESEARCH AND DESIGN PRACTICE Prof. Zvonimir Marić, D. Sc.

On the occasion that the author was awarded the Palotás-prize, he summarizes his own research work. This research work, dealing with bearing capacity of reinforced concrete T-beams under combined bending, torsion and shear, was just done at the Structural Laboratory of the Technical University of Budapest. Most of his professional carrier the author devoted to concrete bridges design and to teaching at two Croatian universities. The most significant designs are mentioned in the paper as were his main published works. He was also active as member of Croatian and international professional associations and working committees.

Dr. Zvonimir Marić (1944), okl. mérnök, a műszaki tudományok doktora, egyetemi tanár (2003) (Eszéki Josip Juraj Strossmayer Egyetem, Építőmérnöki Kara, hidak és feszített beton témakörben), *fib* Horvát Tagozatának volt titkára, *fib* Magyar Tagozata tagja, Palotás László díjas (2006).

DR. IMRE LAJOS 70 ÉVES



Hetvenedik életévét töltötte be 2006. szilveszterén dr. Imre Lajos mérnök, acélszerkezeti szakmérnök.

A Műegyetemen hidász mérnökként 1960-ban végzett. Hét évig az akkor még virágjában lévő Ganz-Mávag Hidgyárban dolgozott. Munkái közt volt az algyői vasúti Tisza-híd építésvezetése, majd az Erzsébet híd gyártásának egyes teendői.

Ezután vezető tervezőként az Intranszmas Acélszerkezeti Osztályán dolgozott, majd 10 évig az Építészeti Minőségellenőrző Intézet Tartószerkezeti Osztályán. Igazi hídmérnöki vizsgáló és kutató helye a Közlekedéstudományi Intézetnek – elődje dr. Gállik István által kiválóan felszerelt – Acélhíd Laboratóriuma volt, ahol rendszeres ellenőrzési kapcsolata épült ki a vasbeton feszítópázmák hazai gyártásával, felhasználásával is.

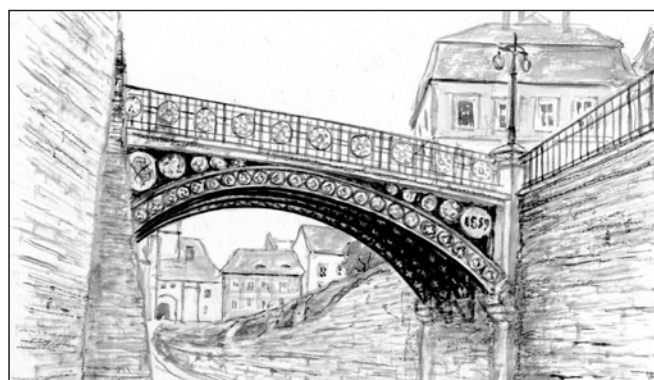
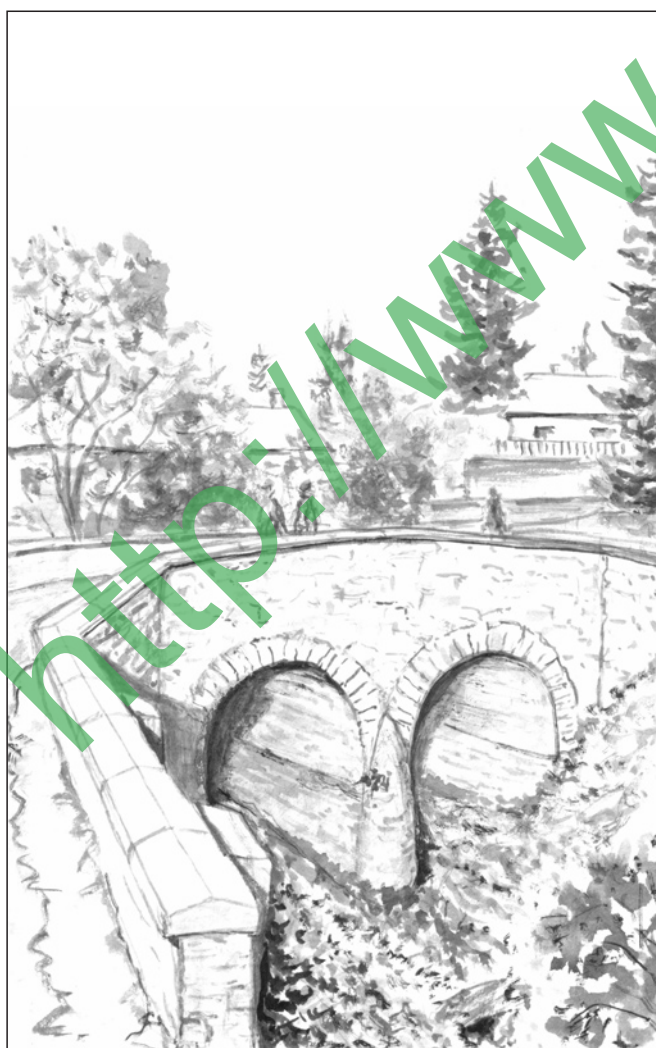
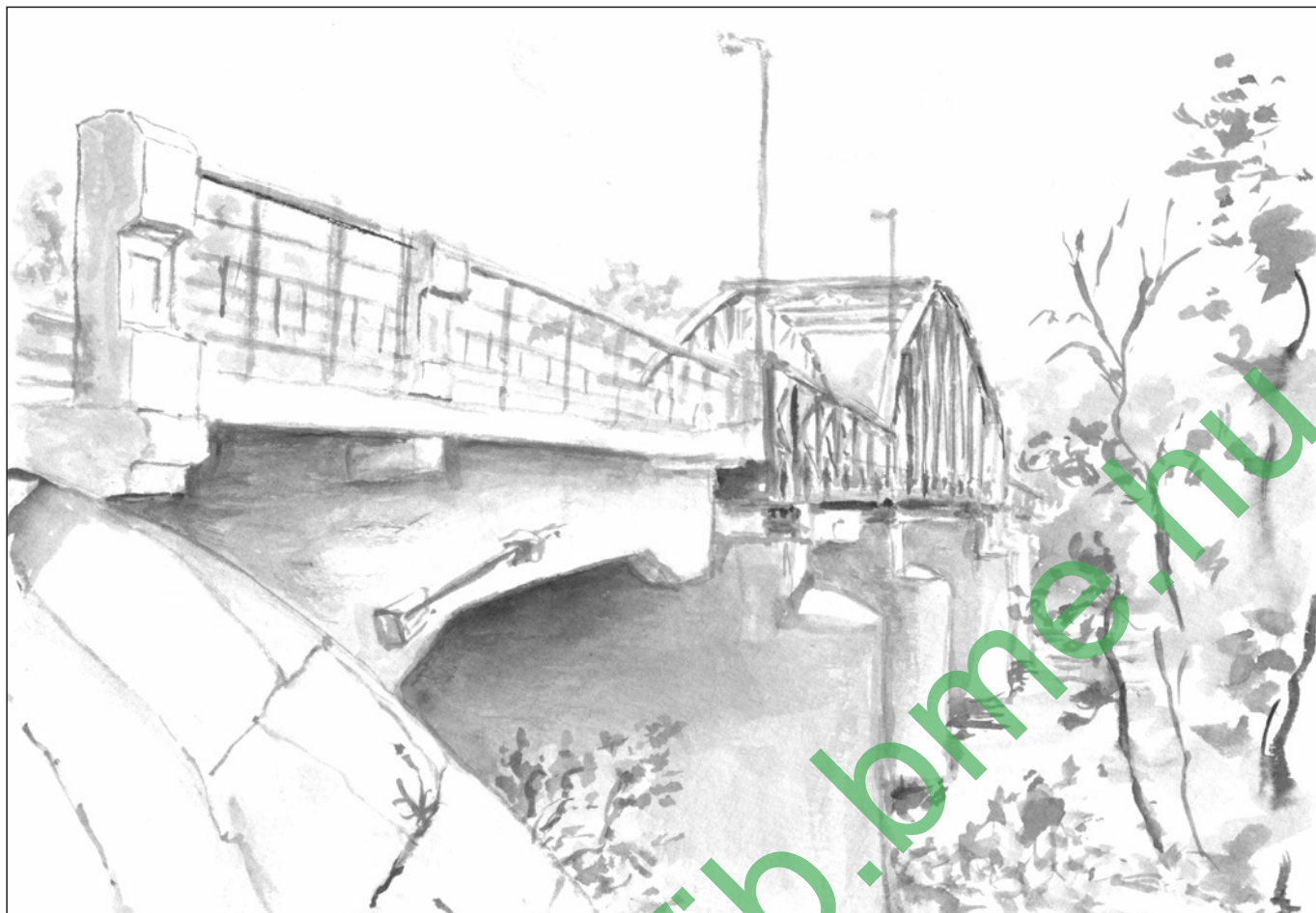
Kilenc éve hogy a laboratórium tulajdonosváltása után visszament az ÉMI-be, hogy a tartószerkezetek minőségellenőrzése és vizsgálata terén újra az építésügyben dolgozzon – nem adva fel továbbra sem a hídüggyel kiépített kapcsolatait.

Mérnöki munkája mellett – de attól nem teljesen függetlenül – csaknem 40 éve grafikus művészként is tevékenykedik: fa- és linóleummetszeteket, ecsetrajzokat készít tájakról, műtárgyakról, történelmi témákról. Eddig mintegy 320 metszete készült.

Szakmai publikációi először a Gépipari Tudományos Egyesület GÉP című folyóiratában, később az Anyagvizsgálók Lapjában, a Mélyépítéstudományi Szemlében és a Vasbetonépítésben jelentek meg, zömmel anyagvizsgálási témákban. Könyv alakban az acél tartószerkezetek hibáiról és (az önkormányzatok hídelőadói számára összeállított) hídépítési alapismeretekről láttak napvilágot tanulmányai.

Dr. Balázs L. György





DR. KOVÁCS KÁROLY 65 ÉVES



1942. január 12-én született, Rákospalotán. A Than Károly Vegyipari Technikumban 1960-ban érettségizett. A BME Vegyészmérnöki Kar Nappali Tagozatán 1966-ban szerzett oklevelet. A diploma megszerzése után 5 évet töltött el a papíriparban, ahol üzemvezető lett.

1971-74-ig az MTA Mechanikai Technológia Kutatócsoportjában dolgozott tudományos munkatársként.

1974-1996-ig a BME Építőanyagok Tanszékén dolgozott adjunktusként. Közben 1980-85 között laborvezető, 1985-95 között tanszékvezető helyettes volt. 1980-ban műszaki doktori címet szerzett. 1996-tól – jelenleg is – az ÉMI Kht. tudományos osztályvezetője, 2005-től divízióvezetője.

Oktatta a *Kémia* c. tantárgyat. Kidolgozta és azóta is oktatja a nappali és a szakmérnöki tanfolyamon az *Építmények diagnosztikája*, a *Szerkezetek védelme és javítása*, a *Tartósság* c. tantárgyakat (társelődókkal). Ezek tankönyv formájában is megjelentek, amelynek társszerzője vagy részszerzője volt.

Kutatásaiban ötvöződtek a vegyészmérnöki és építőmérnöki ismeretek. Főbb témái:

Építőanyagok és a polimertechnika kapcsolódásai. Polimer-betonok. Vasbeton korróziója, vasbeton védelme és javítása,

és szerkezetek diagnosztikai módszerei. Ehhez kapcsolódóan 50-70 szakmai cikke jelent meg, kb. 10 szakkönyvrészletet írt. Részt vett több közismereti és szakmai lexikon szerkesztésében (pl. Magyar Nagylexikon).

Ehhez kapcsolódott szakértői tevékenysége (pl. sok közötti hid korróziós vizsgálata, több vasbeton mikrohullámú torony korróziós vizsgálata és felújítása, javítási technológiájának kidolgozása) és betontechnológiai munkája (pl. Cigándi Tiszahíd árterületi részének betontechnológiája, gesztelyi Hernádhíd betontechnológiája, több kisebb híd betontechnológiája).

Sokoldalú volt közéleti szereplése, tevékenysége: 1987-től az MTA Építészettudományi Munkabizottsága, Építőanyagok és Épületkémia Albizottság szakmai utkára. 1990-től az MTA Építészettudományi Bizottságának tagja. 2001-2004 között a Szilikátipari Tudományos Egyesület főtitkára. A *fib* magyar tagozatának tagja. A Budapesti és Pestmegyei Mérnökkamara tagja, szakértője. A Vasbetonépítés és a Beton című folyóirat Szerkesztőbizottságának tagja.

Kitüntetései: az Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék címzetes egyetemi docense. Kiváló mérnök. Oktatásügy Kiváló Dolgozója. Vásárhelyi Pál Emlékplakett.

A *fib* Magyar Tagozata további jó egészséget kíván munkájához.

Dr. Balázs György

SZABVÁNYOSÍTÁSI HÍREK

BETONOK GYÁRTÁSA, VIZSGÁLATA, ELLENŐRZÉSE ÉS TANÚSÍTÁSA

1. BEVEZETŐ ÉS HELYZETELEMZÉS

Az egységes európai piac létrejöttével az elmúlt években/évtizedekben fokozódott az igény a kereskedelem műszaki akadályainak felszámolására, amely az Európai Unióban (EU) a szabványok egységesítését is magával hozta. Az európai közösséghez való csatlakozás megszavazásával szükségszerűen abban is döntött Magyarország, hogy a jövőben az új európai szabványokat alkalmazza, szükség esetén kiegészítve azokat nemzeti előírásokkal. Ez a döntés minden szakmára, így a „betonos” szakmára nézve is kötelező feladatokat ró.

Ennek a folyamatnak megfelelően elindult hazánkban is az új európai szabványok honosítása. Míg a közösség nagy országai (német, angol és francia) számára ez a feladat csak a nemzeti előírások megfogalmazását jelenti, hiszen nincsenek nyelvi nehézségek (az EU szabványosítási szervezete, a CEN minden szabványt e három nyelven léptet életbe), addig a kis országoknak, további feladatokkal kell szembenéznie (pl. szakmailag elfogadható, hiteles és lektorált magyar fordítás).

Az új európai betonszabvány – amelynek magyarországi bevezetéséhez a Magyar Betonszövetség komoly szakmai és

jelentős anyagi terhek felvállalásával járult hozzá – nemzeti előírásokkal kiegészítve 2004. óta már magyar nyelven is hozzáférhető. Ez az új betonszabvány alapvető műszaki eltéréseket, szemléletében más megközelítéseket, továbbá nagyon sok nemzeti előírást is tartalmaz a korábban érvényben lévő magyar betonszabványhoz képest.

Egy szerkezet létrehozása annak megtervezésével kezdődik. Mind a korábbi (MSZ 4719:1982, összesen 8 oldal), mind az új (MSZ 4798-1:2004, összesen 170 oldal) betonszabványhoz kapcsolódik – nem kevés – olyan tervezési szabvány is, amely alapján a betonszerkezeteket megtervezik. A kapcsolódás szoros összhangot kell, hogy jelentsen, hiszen a betonszerkezetek többsége mind emberi, mind anyagi szempontból jelentős kockázatokat magában hordó vasbeton vagy feszített beton tartószerkezet.

Jelenleg (2007. január) még a statikus tervező kollégák a régi magyar tervezési szabványok szerint is kénytelenek betonszerkezeteket tervezni, hiszen az új európai tervezési szabványok (Eurocode sorozat) közül sok csak német, angol vagy francia nyelven áll rendelkezésre. Ezek teljes körű (ez alatt a szakmailag elfogadható, hiteles és lektorált magyar

fordítást, továbbá a nemzeti előírásokkal való szükség szerinti kiegészítést kell érteni) magyarországi bevezetéséig – amely várhatóan 2010-re tehető – a Magyar Szabványügyi Testület a régi magyar tervezési szabványokat még érvényben tartja.

A Magyar Betonszövetség nagy súlyt fektet a jogkövető magatartásra, a szakmai szempontok fontosságára, és ezt ajánlja minden tagja, továbbá e szempontok betartása szerint működő minden más hazai betonüzem számára is. Jelen esetben a törvényesség és a szakszerűség megköveteli, hogy tisztázzuk: minek alapján kell ma egy betonüzemnek az általa gyártott betont előállítani, vizsgálnia (vizsgáltatnia), ellenőriznie (ellenőriztetnie) és tanúsítani (tanúsíttatnia) mindaddig, amíg ez az átmeneti időszak le nem zárul.

2. A MAGYAR BETONSZÖVETSÉG AJÁNLTÁSA, ILL. ÁLLÁSFOGLALÁSA

A 3/2003 (I. 25.) BM-GKM-KvVM együttes rendelet (továbbiakban R) – amely Magyarországon jogszabályi rangra emelte, és a hatályos magyar jog részévé tette az idevonatkozó EU előírásokat – az építési termékek műszaki követelményeinek, megfelelőség igazolásának, valamint forgalomba hozatalának és felhasználásának részletes szabályait tartalmazza. Ennek alapján:

- forgalomba hozni (továbbforgalmazni) vagy beépíteni csak megfelelőség igazolással rendelkező, építési célra alkalmas építési terméket szabad;

- építési terméket építménybe betervezni akkor szabad, ha arra jóváhagyott műszaki specifikáció van.

A megfelelőség igazolása betonok esetében ma még – figyelembe véve a törvényesség és a szakszerűség szempontjait, továbbá azt a gyakori esetet, ha a beton megrendelője nem ír elő más követelményt – kétféle módon lehetséges.

2.1 A régi tervezési szabvány (MSZ 15000 sorozat) szerint tervezett betonok

A régi tervezési szabvány szerint megtervezett beton, vasbeton és feszített beton szerkezetekhez szükséges betonokat a korábbi, ma már visszavont (hatályon kívül helyezett) MSZ 4719:1982 Betonok című és kapcsolódó szabványai alapján kell előállítani. Javasoljuk, hogy ezt a körülményt a gyártó és a megrendelő egymás között szerződésben rögzítse. E betonok esetében a minőség ellenőrzést a betonüzemnek kell elvégeznie. Ez azt jelenti, hogy a betonüzemnek ebben az esetben olyan megfelelőségi igazolást kell a vevő részére kiállítania, amely dokumentált – külső vizsgálati, ellenőrzési és tanúsítási kötelezettség nélküli – saját vizsgálatokon – az (R) szerinti úgynevezett „Harmadik lehetőség (4)” – alapul. A megfelelőség igazolását fentiek alapján szállítói megfelelőségi nyilatkozat formájában kell átadnia, amelynek adattartalmát a hivatkozott rendelet (R) szabályozza. Ha mindez ráfér a szállítólevélre, akkor a megfelelőség igazolás azon is kiadható.

2.2 Az európai tervezési szabvány (Eurocode sorozat) szerint tervezett betonok

Az új európai tervezési szabvány szerint megtervezett beton, vasbeton és feszített beton szerkezetekhez szükséges betonokat az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint kell előállítani. E betonok esetében a megfelelőség igazolás alapja szintén a gyártó által kialakított, működtetett és rendszeresen felülvizsgált gyártásközi ellenőrzési rendszer, amelyet a fenti szabvány részletesen ismertet. A szállítói megfelelőségi nyilatkozat alapjául jellemzően kétféle rendszert használunk:

- A felülvizsgálatot a gyártó maga látja el, és a vizsgálati tapasztalatait dokumentálva bemutatja a gyártásközi ellenőrzési rendszer megfelelő működését (Ez az (R) szerinti „Harmadik lehetőség (4)”).

- A felülvizsgálatot külső jóváhagyott ellenőrző szervezet (külső ellenőrzés) látja el, és a rendszer megfelelő működését igazolja (Ez az (R) szerinti „Első lehetőség (2+)”).

A megfelelőség igazolását fentiek alapján szállítói megfelelőségi nyilatkozat formájában kell átadnia, amelynek adattartalmát a hivatkozott rendelet (R) szabályozza. Ha mindez ráfér a szállítólevélre, akkor a megfelelőség igazolás azon is kiadható.

3. MIT NYÚJT A MAGYAR BETONSZÖVETSÉG A TAGJAINAK

Fentiek alapján egy betonüzemnek elsősorban a jövőben várható feladatokra kell felkészülnie. Ez ugyanis komoly előkészítési feladatokat, intézkedéseket, saját vagy külső laboratóriumok igénybevételeit jelenti. Mindezen feladatok összességét egy gyártásközi ellenőrzési kézikönyvben kell meghatározni, majd annak elkészülte után működtetni és az üzemi tanúsítás keretein belül rendszeresen felülvizsgáltatni.

Ehhez a komoly feladathoz nyújt segítséget saját tagjainak a Magyar Betonszövetség azzal, hogy ennek elkészítéséhez egy segédletet készít. Ez a segédlet várhatóan 2007. első negyedévében fog elkészülni.

| | | |
|--|------------------------------------|--|
| <i>Dr. Kulcsár Ferenc</i> | <i>Szilvási András</i> | <i>Asztalos István</i> |
| Magyar Betonszövetség Jogi Bizottság vezetője | Magyar Betonszövetség ügyvezető | Magyar Betonszövetség Műszaki Bizottság vezetője |

A VASBETONÉPÍTÉS folyóirat cikkek megjelentetésével kívánja elősegíteni az új európai betonszabvány bevezetését. Ehhez a témához kapcsolódóan eddig megjelent cikkek:

Balázs L. Gy. „Az MSZ EN 206-1 európai betonszabvány és alkalmazása”, *VASBETONÉPÍTÉS* 2005/3, pp. 106-114.
Kausay T. „A beton nyomószilárdságának elfogadása”, *VASBETONÉPÍTÉS* 2006/2, pp. 35-44.
Kausay T. „A friss beton konzisztenciája”, *VASBETONÉPÍTÉS* 2006/4, pp. 106-115

További cikkek megjelentetését tervezzük.

fib BULLETIN 37: PRECAST CONCRETE RAILWAY TRACK SYSTEMS

The latest *fib* Bulletin, number 37, "Precast concrete railway track systems", is now available for purchase from the *fib* secretariat.

This publication is a revision of the 1987 state-of-art report "Concrete Railway Sleepers", issued by the former FIP Commission on Prefabrication. During the two decades since that report, the use of precast concrete for plain track, switches and crossings, tunnels and other applications in the field of railway track systems has increased significantly. This is mainly due to developments in production methods for concrete sleepers in switch and crossing layouts and in the installation, renewal and maintenance of concrete sleepered track. The use of slab track for high-speed track has also grown, particularly where new track is built or existing track is renewed and long periods of track possession are possible.

Given the advancements in precast concrete railway track systems since the publication of the 1987 report, from design through manufacture to installation and maintenance, an update

was considered timely in order to provide a synthesis of currently available information. This new edition covers quality, design, production, durability, maintenance and environmental considerations, and includes a survey on the use of precast concrete track systems in over 30 countries.

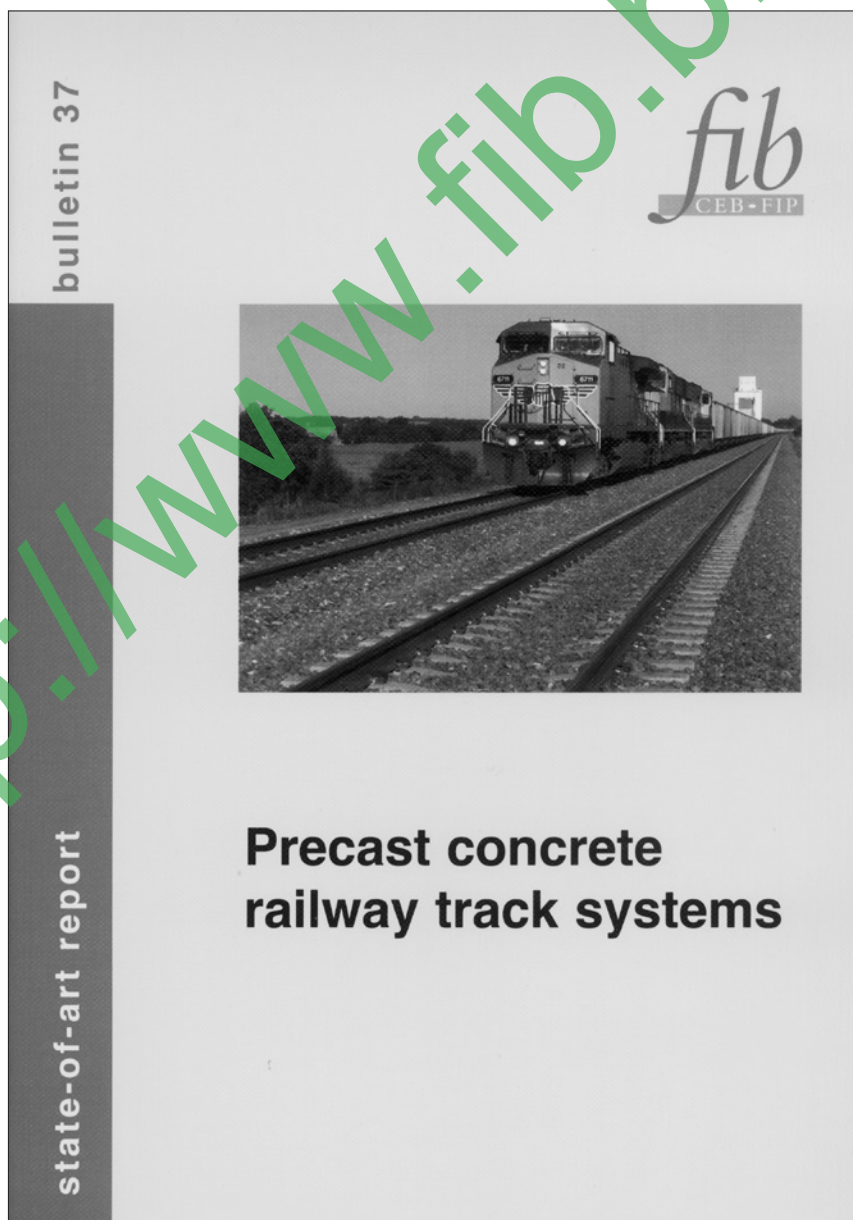
Pages: 40

Price: CHF 60 (non-member price), including surface mail.

ISBN 978-2-88394-2

To order this bulletin, use the order form at www.fib-international.org/publications/order/.

fédération internationale du béton (*fib*)
International Federation for Structural Concrete
Case Postale 88, 1015 Lausanne, Switzerland
Phone: +41 21 693 2747, Fax: +41 21 693 6245
fib@epfl.ch, www.fib-international.org



**Megrendelem a negyedévente megjelenő
VASBETONÉPÍTÉS című műszaki folyóiratot.**

NÉV:

CÍM:

TEL.: FAX:

A NYOMTATOTT FOLYÓIRAT

ELŐFIZETÉSI DÍJ: 2007. ÉVRE: 4640 FT + 5% ÁFA ☐

B INTERNET ELÉRÉS

ELŐFIZETÉSI DÍJ 2007. ÉVRE: 5000 FT + 5% ÁFA ☐

AZ ELÉRÉSHEZ SZÜKSÉGES KÓDSZÁM MEGKÜLDÉSÉHEZ
KÉRJÜK AZ ELŐFIZETŐ E-MAIL CÍMÉNEK MEGADÁSÁT

FIZETÉSI MÓD (A MEGFELELŐ VÁLASZT KÉRJÜK JELÖLJE BE):

☐ ÁTUTALOM A FIB MAGYAR TAGOZAT
(CÍME: 1111 BUDAPEST, BERTALAN LAJOS U. 2.)
14100457-85520449-03000006 SZÁMÚ SZÁMLÁJÁRA.

☐ SZÁMLÁT KÉREK ELJUTTATNI A FENTI CÍMRE

☐ KÉREM AZ ALÁBBI HITELKÁRTYÁRÓL KIEGYENLÍTENI:

KÁRTYASZÁM: KÁRTYA TÍPUSA:

KÁRTYA ÉRVÉNYESSÉGE: ÁTUTALT ÖSSZEG:

DÁTUM: ALÁÍRÁS:

**A MEGRENDELŐLAPOT KITÖLTÉS UTÁN KÉRJÜK
VISSZAKÜLDENI A SZERKESZTŐSÉG CÍMÉRE:**

VASBETONÉPÍTÉS FOLYÓIRAT SZERKESZTŐSÉGE
c/o BME ÉPÍTŐANYAGOK ÉS MÉRNÖKGEOLÓGIAI TANSZÉK
1111 BUDAPEST, MŰEGYETEM RKP. 3.
TELEFON: 463-4068 FAX: 463-3450

(Ez a lap tetszőlegesen másolható.)